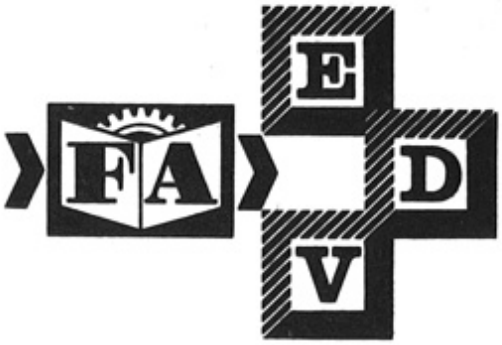
Kolt. Schmann

FERNSEHKURS DES DEUTSCHEN FERNSEHFUNKS



Themenkomplex 9

Der Prozeß-rechner

Verlag Die Wirtschaft Berlin

Die Broschüre
entstand unter Verwendung
der Autorenmanuskripte des Fernsehkurses
"Elektronische Datenverarbeitung"

Lektion 38 von Dr. Otto Gramckow, Jena
Lektion 39 von Dr. Ruppert Malcher, Jena
Lektion 40 von Dipl.-Ing. Adolf Eser, Sandersdorf

Die Überarbeitung
für die Veröffentlichung besorgte:

Ing. Egon Hofmann, Dresden
unter Verwendung der Broschüre

Göllner/Günther
"Methodik zur Vorbereitung des Einsatzes
von Prozeßrechnern
in der sozialistischen Wirtschaft"

Schriftenreihe Datenverarbeitung
Verlag Die Wirtschaft, Berlin

Lektor: Dipl.-Hdl. Renate Eyraud

Redaktionsschluß:
10. November 1970

Verlag Die Wirtschaft, 1055 Berlin, Am Friedrichshain 22
1970 veröffentlicht · Lizenz-Nr.122 · Druckgenehmigungs-Nr.195/40/70
Alle Rechte vorbehalten
Schreibsatz: Verlag Die Wirtschaft, Berlin
Druck: (140) Neues Deutschland, Berlin
ES 21 A · 0,90 M

Inhaltsverzeichnis

LEKTION 38

Der Prozeßrechner (1)

1. Einleitung 5
2. Die Aufgaben, Eigenschaften und Merkmale eines Prozeßrechners 5
3. Die Betriebsarten eines Prozeßrechners 8
4. Der Einsatz des Prozeßrechners im komplexen Automatisierungssystem der Fließfertigung 10
5. Der Einsatz von Prozeßrechnern 12
6. Die Stellung des Menschen beim Prozeßrechnereinsatz 13
7. Der Aufbau und die Arbeitsweise des Prozeßrechners 14

LEKTION 39

Der Prozeßrechner (2)

1. Die Eingangs- und Ausgangsgrößen eines Prozesses 21
2. Die Aufgaben des Prozeßrechners 21
3. Der Einsatz von Prozeßrechnern zur Meßwertüberwachung 24
4. Der Einsatz von Prozeßrechnern zur automatisierten Prozeßführung 27
5. Die Einsatzgebiete von Prozeßrechnern 30

LEKTION 40

Der Prozeßrechner (3)

1. Die komplexe Vorbereitung des Einsatzes von Prozeßrechnern 37
2. Die wissenschaftlich-technischen Konzeptionen 38
3. Die Etappen der Einsatzvorbereitung von Prozeßrechnern 39
4. Die Inbetriebnahme und der Probebetrieb 46
5. Die Qualifizierung der Mitarbeiter 47

LEKTION

38

Der Prozeßrechner (1)

1. Einleitung

2. Die Aufgaben, Eigenschaften und Merkmale eines Prozeßrechners

2.1. Die Aufgaben eines Prozeßrechners
2.2. Die Eigenschaften und Merkmale eines Prozeßrechners

3. Die Betriebsarten eines Prozeßrechners

3.1. Der prozeßentkoppelte Betrieb
3.2. Der prozeßgekoppelte Betrieb
3.2.1. Der einseitig prozeßgekoppelte Betrieb
3.2.2. Der beiderseitig prozeßgekoppelte Betrieb

4. Der Einsatz des Prozeßrechners im komplexen Automatisierungssystem der Fließfertigung

5. Der Einsatz von Prozeßrechnern

5.1. Der Inselbetrieb
5.2. Der Parallelbetrieb
5.3. Die Rechnerhierarchien

6. Die Stellung des Menschen beim Prozeßrechnereinsatz

7. Der Aufbau und die Arbeitsweise des Prozeßrechners

7.1. Die Funktionsgruppen des Prozeßrechners
7.1.1. Die Meßwerterfassungseinheit
7.1.2. Die Zentraleinheit
7.1.3. Die Steuerwertausgabeeinheit
7.1.4. Die Ausgabeeinheiten
7.1.5. Die Zusatzgeräte
7.2. Die Arbeitsweise des Prozeßrechners
7.3. Die Baueinheiten für die Echtzeitverarbeitung
7.3.1. Die Echtzeituhr
7.3.2. Die Unterbrechungseinrichtung und die Vorrangsteuerung

1. Einleitung

In den Lektionen 36 und 37 behandelten wir das integrierte Datenverarbeitungssystem des volkseigenen Werkzeugmaschinenbaues unserer Republik, INWEMOS genannt. Dieses integrierte Datenverarbeitungssystem ist ein Beispiel für die Einbeziehung der EDV in die komplexe sozialistische Automatisierung und Rationalisierung.
Die Erläuterung der Teilsysteme machte deutlich, welche Möglichkeiten gegeben sind, die EDV nutzbringend für die Steigerung der Arbeitsproduktivität anzuwenden, die Werktätigen in den Kombinaten und Betrieben unserer Volkswirtschaft mehr und mehr von geistigen Routinearbeiten zu befreien und so mehr Zeit für schöpferische Tätigkeiten zu gewinnen.
Bei der Projektierung hocheffektiver Systemlösungen in weiteren Bereichen unserer Volkswirtschaft gilt es, die Erfahrungen auszuwerten und die sozialistische Gemeinschaftsarbeit zu entwickeln.
Im Perspektivplanzeitraum geht es bei der komplexen Automatisierung darum, die neue Qualität im Bereich der technischen Vorbereitung der Produktion mit der Erhöhung des Automatisierungsgrades im unmittelbaren Produktionsprozeß zu verbinden und alle Phasen des betrieblichen Reproduktionsprozesses in das Datenverarbeitungssystem einzubeziehen.
Forschung und Entwicklung, Konstruktion, Projektierung und Technologie, Information und Dokumentation sowie die automatisierte Produktionssteuerung werden Teilsysteme der künftigen Datenverarbeitungssysteme sein.

Datenverarbeitungssysteme, die alle Phasen des betrieblichen Reproduktionsprozesses umfassen, die die gegenseitigen Verflechtungen berücksichtigen und die Informationsverarbeitung überwiegend automatisch durchführen, bezeichnen wir als integrierte Systeme der automatisierten Informationsverarbeitung – ISAIV.

Zur Lösung der verschiedenen Aufgaben der Teilsysteme eines ISAIV werden elektronische Datenverarbeitungsanlagen unterschiedlicher Größe, Gerätezusammenstellung und Arbeitsweise eingesetzt.
Das wichtigste Informationsverarbeitungs- und Automatisierungsmittel des ISAIV eines volkseigenen Kombinates zur Realisierung des Teilsystems "Automatisierte Produktionssteuerung" ist der Prozeßrechner. In den folgenden Lektionen befassen wir uns mit dem Prozeßrechner und seiner Anwendung.

2. Die Aufgaben, Eigenschaften und Merkmale eines Prozeßrechners

2.1. Die Aufgaben eines Prozeßrechners

Durch das Teilsystem "Automatisierte Produktionssteuerung" werden die in der komplexen Betriebsplanung festgelegten Ziele des Produktionsprozesses realisiert. Ausgehend von Vorgaben, wie Produktionsmenge, Sortiment und Qualität der Erzeugnisse für einen bestimmten Zeitraum, wird die Durchführung der Produktion organisiert und gesteuert.

Die Ergebnisse des Produktionsprozesses, erzeugte Produktion, Bilanzierung, werden anderen Teilsystemen als Information übermittelt und

LEKTION

38

nach ihrer Auswertung neue Produktionsziele festgelegt. Zur Steuerung der Produktionsprozesse werden Prozeßrechner eingesetzt.
Die Aufgaben des Prozeßrechners im Teilsystem "Automatisierte Produktionssteuerung" hängen von der Art des Produktionsprozesses ab.
Wir unterscheiden zwischen dem Prozeßrechnereinsatz in der Fließfertigung und in der Stückfertigung.

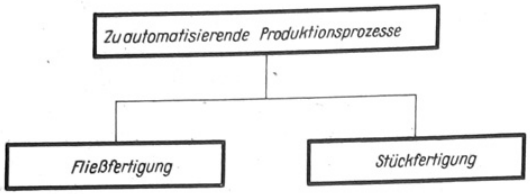


Abbildung 1
Einsatz von Prozeßrechnern für die verschiedenen Arten von Produktionsprozessen

Das Ziel des Einsatzes von Prozeßrechnern für die automatisierte Produktionssteuerung in der Fließfertigung liegt in der komplexen Überwachung, Bilanzierung, Stabilisierung und Optimierung der Prozeßfahrweise. Diese Aufgaben eines Prozeßrechners sind für chemische Prozesse typisch.

In der Stückfertigung erstrecken sich die Aufgaben des Prozeßrechners auf
- die Bereitstellung exakter Daten über den Fertigungsablauf, den Durchlauf und die Auftragsverfolgung,
- die Verringerung der Durchlaufzeiten der Erzeugnisse,
- die Beweglichkeit bei der Durchführung des Produktionsprogramms.

2. 2. Die Eigenschaften und Merkmale eines Prozeßrechners

Die Prozeßrechner sind entsprechend den speziellen Anforderungen, die die Steuerung von Produktionsprozessen stellt, durch bestimmte Eigenschaften und Merkmale gekennzeichnet.

- Prozeßrechner überwachen, optimieren und steuern die Prozesse mit höherer Qualität und effektiver als die konventionelle BMSR-Technik (Betriebsmeß-, Steuerungs- und Regelungstechnik).
- Prozeßrechner sind in der Lage, Informationen über den Ablauf des Produktionsprozesses schritthaltend aufzunehmen, zu verarbeiten und daraus Steuerinformationen abzuleiten, die sofort auf den Produktionsprozeß übertragen werden können.
  Besonders auf kritische Zustände im Produktionsprozeß reagieren sie schritthaltend. Diese Art der Informationsverarbeitung wird als Echtzeitverarbeitung bezeichnet.

Unter Echtzeitverarbeitung versteht man die Arbeitsweise eines Informationsverarbeitungssystems, die für den Prozeßrechner erforderlichen Informationen zur Zeit ihrer Entstehung zu erfassen und schritthaltend zu verarbeiten. Die Ergebnisse der Verarbeitung werden nach den Erfordernissen des Prozesses mit geringster Verzögerung an das Bedienungspersonal oder direkt an den Prozeß weitergegeben.

- Prozeßrechner gewährleisten mit Hilfe der automatischen Meßwerterfassung ständig einen umfassenden Überblick über den Prozeß.
- Prozeßrechner sind in der Lage, die Informationsverarbeitung selbständig zu organisieren. Nach einem vom Menschen festgelegten Status und durch unmittelbaren Zugriff zu den erforderlichen Programmen wählt der Prozeßrechner entsprechend dem Prozeßverlauf das abzuarbeitende Programm aus.
- Die errechneten Führungs- oder Steuerwerte werden unmittelbar Regel- oder Stelleinrichtungen zugeleitet, die die gewünschte Veränderung des Prozeßablaufs realisieren. Prozeßrechner üben somit eine direkte Rückwirkung auf den Prozeß aus.
- Primärdatenträger, wie sie bei der Lösung von ökonomischen Datenverarbeitungsaufgaben üblich sind, fallen weitgehend weg.

LEKTION

38

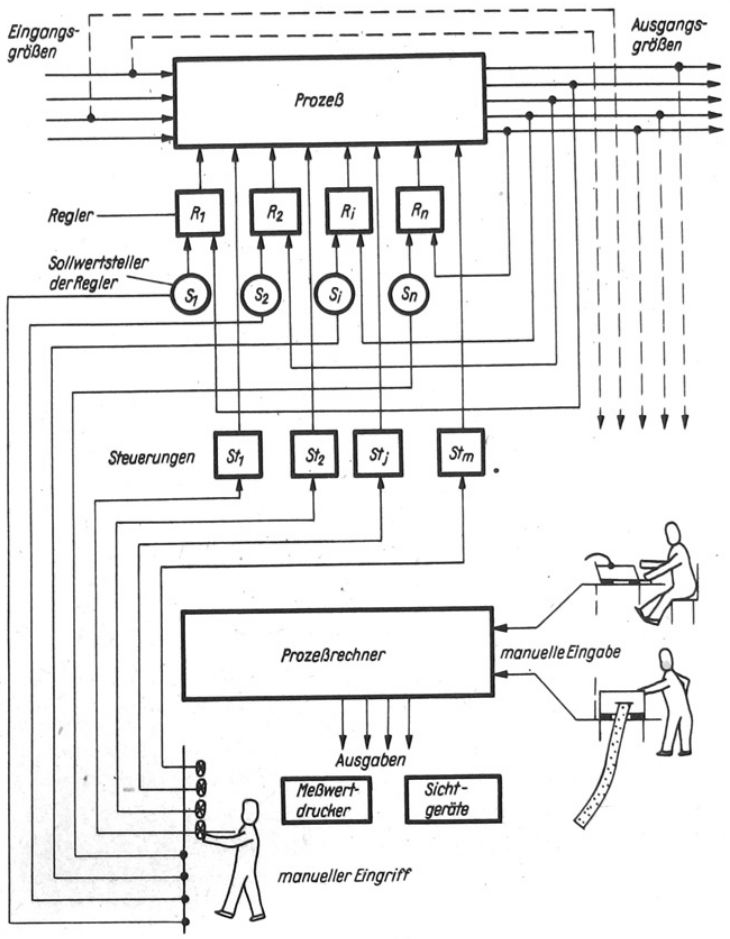


Abbildung 2
Prozeßrechner im prozeßentkoppelten Betrieb

LEKTION 38

3. Die Betriebsarten eines Prozeßrechners

Die verschiedenen Aufgaben, die einem Prozeßrechner in der automatisierten Produktionssteuerung übertragen werden können, bilden die Grundlage für die unterschiedliche Kopplung von Produktionsprozeß und Prozeßrechner.

Ausgehend von den Kopplungsmöglichkeiten unterscheiden wir verschiedene Betriebsarten des Prozeßrechnereinsatzes.

3.1. Der prozeßentkoppelte Betrieb

Abbildung 2 auf Seite 7 veranschaulicht die typischen Merkmale des prozeßentkoppelten (prozeßparallelen) Betriebes.

Beim prozeßentkoppelten Betrieb sind Prozeß und Prozeßrechner gerätetechnisch nicht gekoppelt. Der Mensch übernimmt den Informationsaustausch. Die über Meßeinrichtungen erhaltenen Informationen werden dem Prozeßrechner manuell mittels Tastaturen oder Lochband zugeführt und von diesem verarbeitet.
Die Ergebnisse können ausgedruckt oder über Sichtanzeigegeräte ausgegeben und vom Menschen über Steuer- und Regeleinrichtungen auf den Prozeßablauf übertragen werden.

Diese Betriebsart ist als eine erste Stufe des Prozeßrechnereinsatzes anzusehen. Durch schrittweise Ergänzung der Prozeßperipherie läßt sich daraus der prozeßgekoppelte Betrieb entwickeln.

3.2. Der prozeßgekoppelte Betrieb

3.2.1. Der einseitig prozeßgekoppelte Betrieb

Die erste Betriebsart des Prozeßrechners ist der einseitig prozeßgekoppelte Rechnerbetrieb, auch als prozeßgekoppelter Betrieb im offenen Wirkungskreis bezeichnet.

Im einseitig prozeßgekoppelten Betrieb ist der Prozeßrechner eingangsseitig mit dem Prozeß über Meßeinrichtungen direkt verbunden. Ausgangsseitig ist der Rechner mit dem Prozeß nicht gekoppelt. Die aus den Informationen über den Prozeßverlauf ermittelten Ergebnisse werden in Form von Protokollen und Bedienungsanweisungen, zum Beispiel über die Schreibmaschine oder Sichtgeräte, ausgegeben.

Der Mensch leitet daraus die Entscheidungen für Eingriffe in den Prozeßverlauf ab und führt sie über Steuer- und Regeleinrichtungen aus.

LEKTION 38

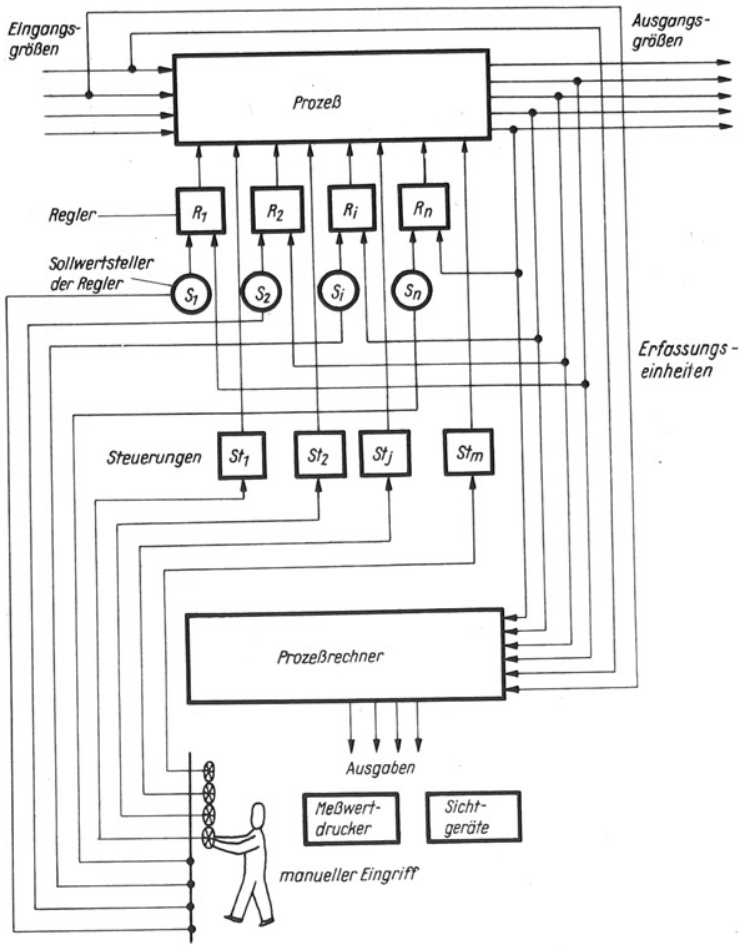


Abbildung 3
Prozeßrechner im einseitig prozeßgekoppelten Betrieb

3.2.2. Der beiderseitig prozeßgekoppelte Betrieb

Die zweite Betriebsart des Prozeßrechners ist der beiderseitig prozeßgekoppelte Betrieb, auch als prozeßgekoppelter Betrieb im geschlossenen Wirkungskreis bezeichnet.

Im beiderseitig prozeßgekoppelten Betrieb ist der Prozeßrechner eingangsseitig über Meßeinrichtungen und ausgangsseitig über Steuer- und Regeleinrichtungen direkt mit dem Prozeß verbunden. Der Prozeßrechner gibt den Reglern die Sollwerte vor oder steuert die Stellorgane der technologischen Einrichtungen der Prozesse direkt an.

Der Mensch wird von Routinearbeit befreit und kann qualitätsmäßig höhere Aufgaben, wie die Überwachung und Auswertung der Arbeit des Gesamtsystems, übernehmen. Die höchste Automatisierungsstufe mittels Prozeßrechner ist erreicht.
Diese Betriebsart stellt die höchsten Ansprüche an die Einsatzvorbereitung, da sie eine detaillierte Kenntnis des Prozeßablaufs bedingt. Dazu sind umfangreiche Untersuchungen notwendig, die gewonnenen Erkenntnisse sind

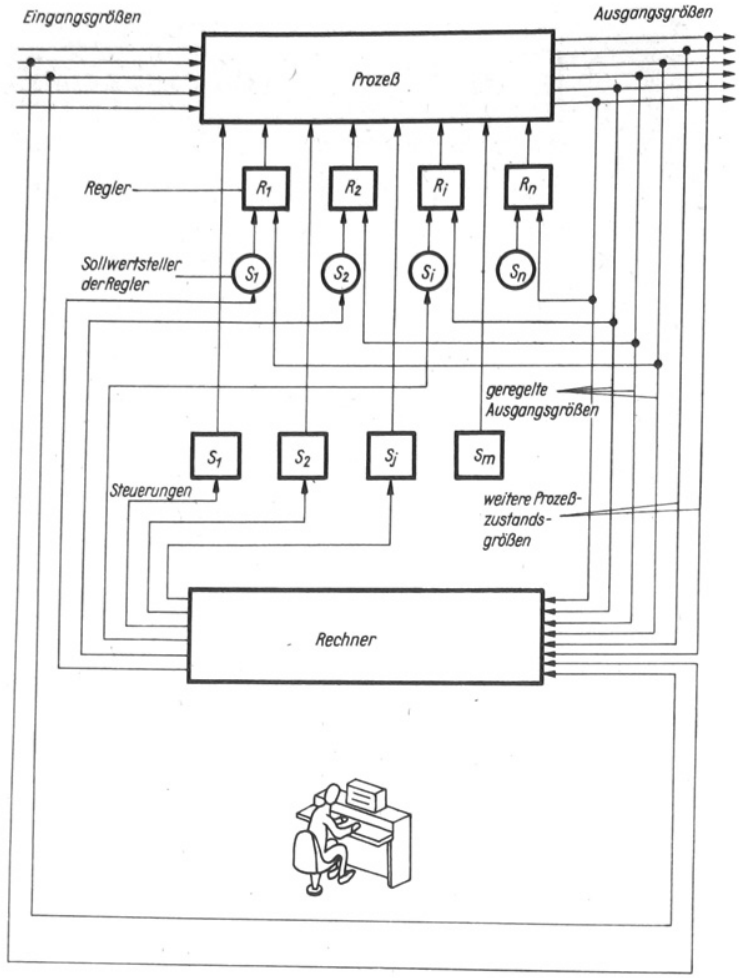


Abbildung 4
Prozeßrechner im beiderseitig prozeßgekoppelten Betrieb

in der Praxis ständig zu überprüfen. Bei dieser Betriebsart werden an den Prozeßrechner und an die in den Informationsfluß eingeschalteten Geräte hohe Anforderungen an die Zuverlässigkeit gestellt.

4. Der Einsatz des Prozeßrechners im komplexen Automatisierungssystem der Fließfertigung

Die Entwicklung in der komplexen Automatisierung ist unter anderem dadurch gekennzeichnet, daß neben die bewährten konventionellen Automatisierungstechniken, wie Meß-, Steuerungs- und Regelungstechnik, die Prozeßtechnik tritt.

Prozeßrechner und konventionelle Gerätetechnik vereinigen sich immer mehr zu einem komplexen Automatisierungssystem.

> Der Einsatz von Prozeßrechnern ergänzt die Meß-, Steuerungs- und Regelungstechnik, ermöglicht eine wesentliche Erweiterung von maschinell auszuführenden Überwachungsfunktionen und führt schließlich zur automatisierten Produktionssteuerung.

Beispiel

Im Prozeß der Fließfertigung unmittelbar eingebunden sind Meßeinrichtungen, wie Temperatur- oder Druckmesser, Geräte zur automatischen Signal- oder Datenerfassung.
Auch die Geräte zur Einflußnahme auf den Prozeß, die Stelleinrichtungen, zum Beispiel Dosieranlagen, sind unmittelbar mit dem Prozeß der Fließfertigung gekoppelt.
Meß- und Stelleinrichtungen, bilden die Grundlage für jedes Automatisierungsvorhaben, sie sind eine Voraussetzung für den Prozeßrechnereinsatz. Mit ihrer Anwendung werden dem Menschen die Überwachungsfunktionen erleichtert und die Einflußnahme auf den Prozeßablauf ermöglicht.

Durch die Entwicklung und den Einsatz von Fern-Anzeige- und Registriergeräten wurden diese Einrichtungen vervollkommnet. Sie sind in zentralen Warten zusammengefaßt und mit den Meßeinrichtungen verbunden.
Der Anlagenfahrer konnte aus dem unmittelbaren Produktionsprozeß herausgelöst werden, er überwacht den Prozeßablauf von der zentralen Warte aus.

Über eine Fernsteuerung gibt er zum Beispiel die aus den erhaltenen Informationen abgeleiteten Steuerwerte an die Stelleinrichtungen und beeinflußt so den Prozeßablauf.
Mit dieser Konzentration der Überwachungs- und Steuerungsaufgaben, die für immer größere technologische Bereiche notwendig ist, wächst die Verantwortung des Bedienungspersonals.
Mit dem Einsatz von Reglern, den Geräten der höheren Automatisierungsstufe, werden gewisse Erleichterungen geschaffen. Regler vergleichen selbsttätig die festgelegten Sollwerte mit den von den Meßeinrichtungen gelieferten Istwerten und wirken über die Stelleinrichtungen korrigierend auf den Prozeß ein.
Der Anlagenfahrer wird von Routinearbeiten befreit. Seine Aufgabe ist es lediglich, die Sollwerte für die Regler in mehr oder weniger großen Zeitabständen koordiniert nachzustellen. Eine Optimierung der Prozeßfahrweise ist damit nicht erreichbar.
Die Sollwertführung kann einem Prozeßrechner übertragen werden. Auf Grund der umfangreichen Informationserfassung ist der Prozeßrechner in der Lage, aus den jeweiligen Produktionsbedingungen nach einem Optimierungsprogramm Sollwerte für die optimale Prozeßfahrweise zu ermitteln. Damit kann sich der Anlagenfahrer auch von der unmittelbaren Steuerung des Prozesses lösen. Dem Prozeßrechner wird innerhalb des Automatisierungssystems der Fließfertigung die Rolle der zentralen Überwachungs- und Leiteinrichtung übertragen.
Das Beispiel zeigt, daß schrittweise mit der Realisierung jeder weiteren Automatisierungsstufe Routinearbeiten von Automatisierungsmitteln übernommen werden. Mit dem Einsatz von Prozeßrechnern bei der Automatisierung von Fließprozessen wird die bisher höchste Automatisierungsstufe erreicht.

LEKTION 38

5. Der Einsatz von Prozeßrechnern

5.1. Der Inselbetrieb

Als Inselbetrieb bezeichnen wir den Einsatz eines Prozeßrechners für die Steuerung eines Prozesses.

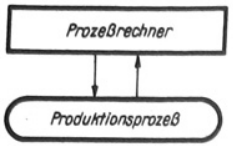


Abbildung 5
Inselbetrieb

In diesem Fall fungiert der Prozeßrechner als Überwachungs- und Leiteinrichtung eines Automatisierungssystems. Bei der komplexen sozialistischen Automatisierung im Produktionsprozeß kommt es jedoch darauf an, nicht nur einzelne Abschnitte im technologischen Gesamtprozeß zu automatisieren, sondern es geht um die Automatisierung geschlossener und funktionell voneinander abhängiger Komplexe des Produktionsprozesses.

5.2. Der Parallelbetrieb

Sind Prozeßrechner von Prozessen gleicher Ebene miteinander gekoppelt, sprechen wir von einem Parallelbetrieb.

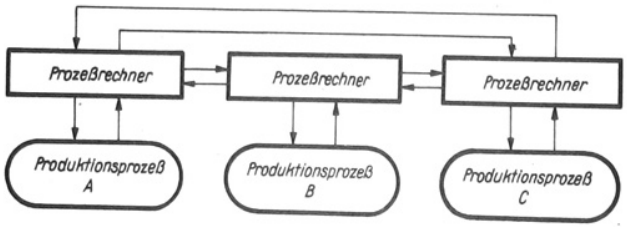


Abbildung 6
Parallelbetrieb

5.3. Die Rechnerhierarchien

Prozeßrechner sind die Basis von Rechnerhierarchien für den Aufbau integrierter Systeme der automatisierten Informationsverarbeitung. Sie werden als Bestandteil dieser Systeme in die Informationsverarbeitung einbezogen.

Sind ein oder mehrere Prozeßrechner mit übergeordneten Leitrechnern verbunden, sprechen wir von Rechnerhierarchien.

Die Prozeßrechner bereiten die erfaßten Signale oder Daten auf und leiten sie in verdichteter Form an nachgeschaltete Leitrechner weiter. Von diesen erhalten sie übergeordnete Führungsgrößen für die automatisierte Produktionssteuerung. Gleichzeitig können die Leitrechner Informationen mit einem zentralen Rechner austauschen.

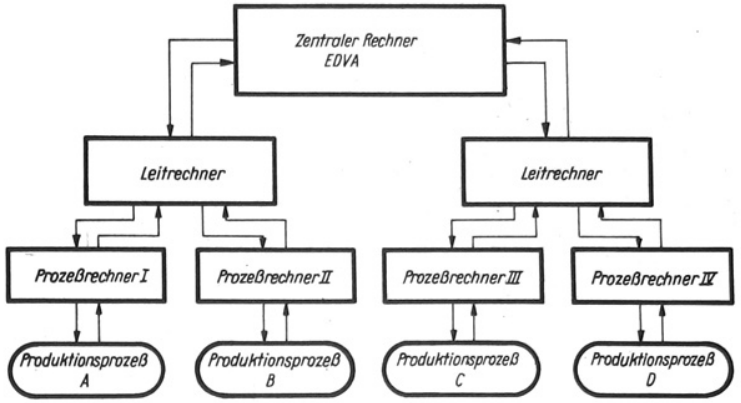


Abbildung 7
Hierarchiesystem

LEKTION 38

6. Die Stellung des Menschen beim Prozeßrechnereinsatz

Die mit den Mitteln der Meß-, Steuer- und Regelungstechnik arbeitende Automatisierungstechnik hat mit dem Bau zentraler Warten und Leitstände einen bestimmten Grad technischer Vollkommenheit erreicht. Doch sind noch eine große Anzahl ständig wiederkehrender Arbeiten und Überwachungsfunktionen vom Wartenpersonal durchzuführen. Bei großen Produktionsanlagen ohne Einsatz von Prozeßrechnern sind 200 - 300 Anzeigegeräte keine Seltenheit. Die damit verbundene hohe Verantwortung stellt an das Wartenpersonal besondere Anforderungen in bezug auf physische und vor allem psychische Leistungsfähigkeit.

Routinearbeiten der Überwachung lassen sich programmieren, sie können einem Prozeßrechner übertragen werden. Der Prozeßrechner ist infolge seiner hohen Arbeitsgeschwindigkeit in der Lage, die technologischen Anlagen sicher zu überwachen. Durch den Prozeßrechnereinsatz werden Überforderungen des Wartenpersonals verhindert und Fehlbedienungen und Schäden an den zu überwachenden Anlagen vermieden.

Ähnliche Belastungen des Wartenpersonals treten bei komplizierten An- und Abfahrvorgängen großer Anlagen auf. Auch solche Vorgänge lassen sich bis in jede Einzelheit programmieren und von Prozeßrechnern steuern.

Eine andere Aufgabe des Wartenpersonals ist das Anfertigen von Meßwertprotokollen. Sie sind in regelmäßigen Zeitabständen auszufertigen. Auch hier handelt es sich um Routinearbeit. Der Prozeßrechner ist in der Lage, diese Aufgabe präziser zu lösen als der Mensch, da er vor allem zeitgleiche Meßwerte registrieren kann. Die Meßwerte, zum Beispiel Temperatur und Druck, können schritthaltend zum Prozeßverlauf erfaßt und in bestimmten Zeitabständen in Meßwertprotokollen ausgegeben werden. Das Wartenpersonal wird so von der Protokollanfertigung entlastet, es kann sich auf die Überwachung und die Funktionstüchtigkeit des gesamten Automatisierungssystems konzentrieren.

Diese Beispiele machen deutlich, daß Prozeßrechnern vielfältige Routinearbeiten übertragen werden können.

LEKTION

38

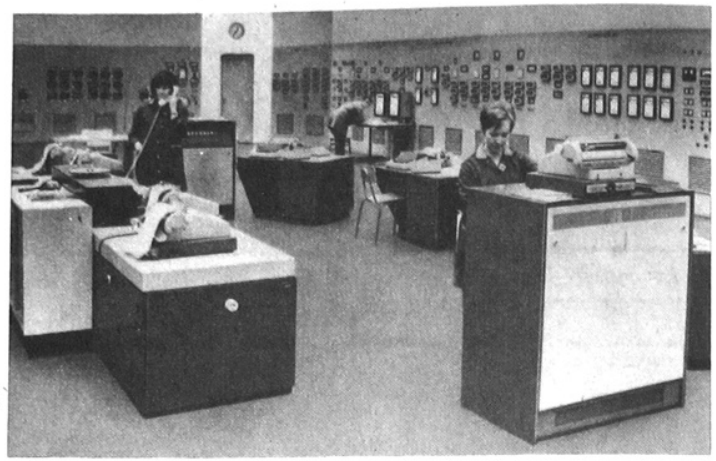


Abbildung 8
PR 2100 zur automatisierten Steuerung eines Produktionsprozesses

Ziel des Einsatzes von Prozeßrechnern in unserer sozialistischen Gesellschaftsordnung ist es, alle Möglichkeiten zu nutzen, neben der Erhöhung der Arbeitsproduktivität den Menschen von Routinearbeiten zu entlasten und seine geistigen Potenzen für schöpferische Aufgaben frei zu machen.

7. Der Aufbau und die Arbeitsweise des Prozeßrechners

7.1. Die Funktionsgruppen des Prozeßrechners

Am Beispiel des Prozeßrechners PR 2100 – hergestellt im VEB KOMBINAT ROBOTRON – , der in verschiedenen Industriezweigen unserer Volkswirtschaft mit Erfolg eingesetzt wird erläutern wir die wichtigsten Funktionsgruppen eines Prozeßrechners. Sie sind als Blockschaltbild in Abbildung 10 dargestellt.

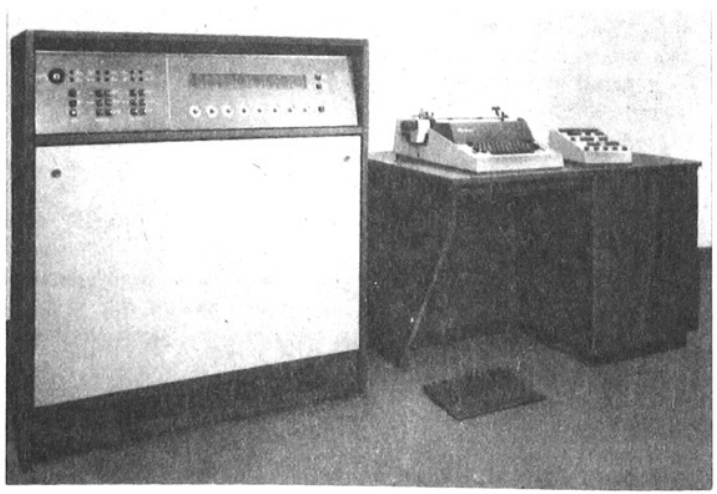


Abbildung 9
Prozeßrechner PR 2100

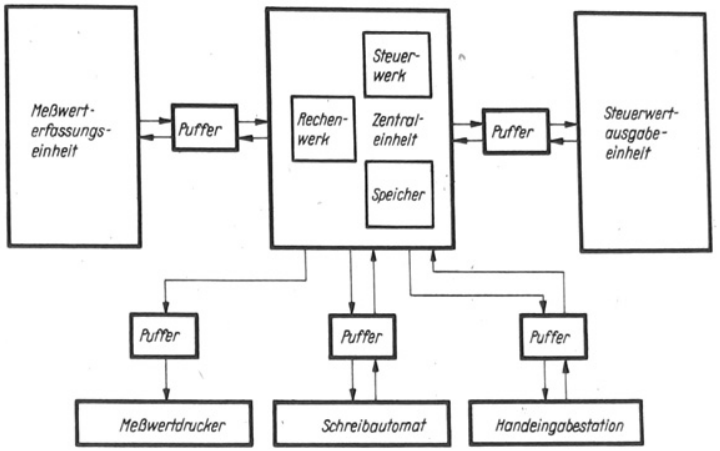


Abbildung 10
Blockschaltbild eines Prozeßrechners

LEKTION

38

7.1.1. Die Meßwerterfassungseinheit

Die Meßwerterfassungseinheit des Prozeßrechners realisiert die Erfassung und Aufbereitung der Meßwerte für die Verarbeitung.
Durch Adressenanwahl des Steuerwerkes ausgelöst, werden die Meßstellen in einem Produktionsprozeß zyklisch oder einzeln von der Meßwerterfassungseinheit über Kanäle angewählt und abgefragt. Die Meßwerte werden in Informationspuffern zwischengespeichert und von der Zentraleinheit des Prozeßrechners entsprechend dem vorgegebenen Programm verarbeitet.

7.1.2. Die Zentraleinheit

Die Zentraleinheit verfügt, wie bei digitalen Rechnern üblich, über Rechenwerk, Steuerwerk und Speicher. Eine Echtzeituhr, eine Unterbrechungseinrichtung und eine Vorrangsteuerung sind wesentliche Einrichtungen der Zentraleinheit des Prozeßrechners für die Organisation des Rechenbetriebes.
Im Zusammenspiel von Rechenwerk, Steuerwerk und Speichern werden in der Zentraleinheit Steuerwerte, Kennwerte und Bilanzen errechnet.

7.1.3. Die Steuerwertausgabeeinheit

Die Steuerwerte werden über Puffer der Steuerwertausgabeeinheit zugeführt.
Über anwählbare Kanäle der Steuerwertausgabeeinheit erhalten die Regel- und Stelleinrichtungen die Informationen zur Prozeßführung.

7.1.4. Die Ausgabeeinheiten

Über Ausgabeeinheiten können die von der Zentraleinheit ermittelten Informationen über den Prozeßverlauf, wie Kennwerte und Bilanzen, bereitgestellt werden.

Meßwertdrucker dienen der numerischen Angabe von ermittelten Meß- und Kontrollwerten. Dazu gehören die Ergebnisse von zyklischen Abfragen der Meßstellen.
Über einen Schreibautomaten erfolgt die Ausgabe von alphanumerischen Informationen in visuell lesbarer Form.
Wenn notwendig, können diese Informationen gleichzeitig mit Hilfe eines Lochbandstanzers in einem Lochband erfaßt werden. Das ist von Vorteil, wenn weitere Auswertungen der Daten erforderlich sind oder die Daten über längere Zeit aufbewahrt werden müssen.
Der Schreibautomat wird außerdem vom Anlagendispatcher zur Eingabe von Daten und Programmparametern genutzt. Die Informationen können über die Tastatur oder über den Lochbandleser eingegeben werden.
Der Schreibautomat kann eine Protokollniederschrift bei der Lochbandeingabe und zusätzlich ein Lochband bei der Eingabe über die Tastatur liefern.

Die Handeingabestation dient ebenfalls der Ein- und Ausgabe von Informationen. Sie besteht aus 8 Ziffernprojektoren zur Anzeige und 8 Dekadenschaltern für die Eingabe. Diese Einrichtungen dienen der Informationsverbindung zwischen dem Anlagenfahrer und dem Prozeßrechner.
Nach Anforderung über den Dekadenschalter wird die zur Prozeßführung benötigte Information auf dem Ziffernprojektor angezeigt. Mit Hilfe des Dekadenschalters können außerdem Informationen eingegeben werden, die von der Zentraleinheit übernommen und verarbeitet werden.

7.1.5. Die Zusatzgeräte

Über Fernsehmonitore, die Bilder über die besonders kritischen Punkte des Prozesses liefern, kann das Prozeßgeschehen zusätzlich visuell kontrolliert werden. Meßtafeln und Leuchtbilder liefern außerdem ein genaues Abbild über den funktionellen Ablauf des Prozesses.

7.2. Die Arbeitsweise des Prozeßrechners

Die Arbeitsweise des Prozeßrechners veranschaulicht Abbildung 11.
Die Meßwerterfassungseinheit (1) eines Prozeßrechners bedient sich Einrichtungen, die es ermöglichen, digitale Meßwerte (2) und analoge Meßwerte (3) zu erfassen und letztere für die Verarbeitung in die digitale Darstellung umzuwandeln. Die Organisation der Meßstellenabfrage übernimmt eine Steuerzentrale (4) im Zusammenwirken mit einem Adressenregister (5). Ihre Funktion wird durch Befehle (6) des Steuerwerkes der Zentraleinheit realisiert.
Durch den Operationsteil des Befehls wird die Operation "Meßwerterfassung" ausgelöst. Im Adressenteil des Befehls befindet sich die Adresse "abzufragende Meßstelle". Über einen Meßstellenumschalter (7) wird das Anwählen der Meßstellen ausgelöst.
Bei Anwahl eines digitalen Meßwertgebers durch die Steuerzentrale gelangt der digitale Meßwert in ein Informationsregister (8). Von hier aus wird der digitale Meßwert über den Puffer (9) der Zentraleinheit (10) zur Verarbeitung zugeführt.
Wird durch die Steuerzentrale ein analoger Meßwertgeber angewählt, gelangt der analoge Meßwert zunächst in einen Filter (11) der Meßwerterfassungseinheit. Hier wird der Meßwert von überlagerten Störsignalen bereinigt.

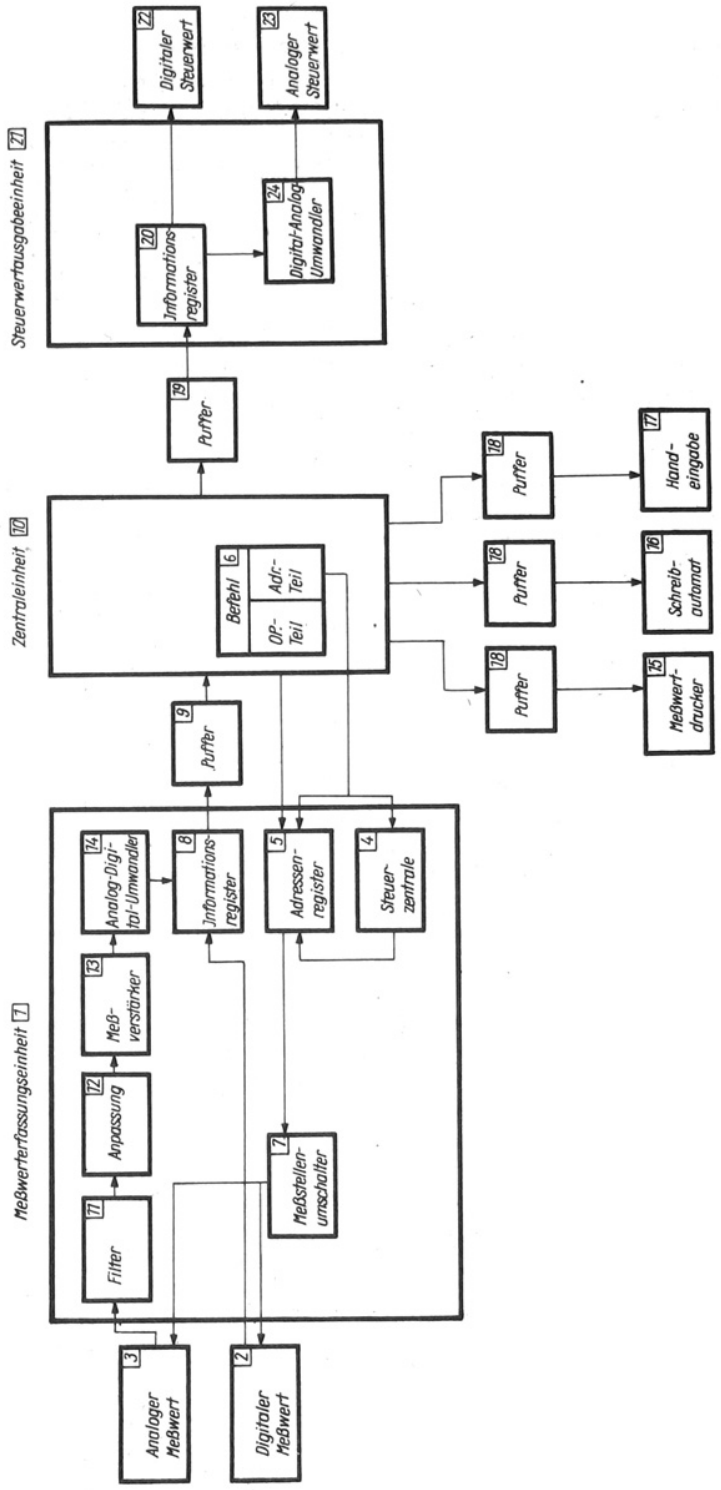


Abbildung 11
Darstellung der Arbeitsweise eines Prozeßrechners

Nach der Filterung gelangt der analoge Meßwert über eine Anpassungseinheit (12) und einen Meßverstärker (13) in den Analog-Digital-Umwandler (14).

Der analoge Meßwert wird hier in seine digitale Darstellung umgewandelt, damit er vom Rechner verarbeitet werden kann. Das so erhaltene digitale Signal gelangt in das Informationsregister (8) und über den Puffer (9) in die Zentraleinheit (10) des Prozeßrechners. Entsprechend dem vorgegebenen Programm erfolgt die Verarbeitung in der Zentraleinheit.
Die in der Zentraleinheit (10) aus den Meßwerten ermittelten Informationen, wie Kennwerte, Bilanzen und Steuerwerte, werden ausgegeben. Für Kennwerte und Bilanzen erfolgt die Ausgabe über Meßwertdrucker (15), Schreibautomaten (16) oder Ziffernprojektoren der Handeingabestation (17). Zum Ausgleich der unterschiedlichen Arbeitsgeschwindigkeiten der Zentraleinheit und der Ausgabeeinheiten sind Puffer (18) zwischengeschaltet.
Die Steuerwertausgabeeinheit übermittelt die digitalen und analogen Steuerwerte an Stelleinrichtungen und Regler. Die ermittelten digitalen Steuerwerte gelangen über einen Puffer (19) in das Informationsregister (20) der Steuerwertausgabeeinheit (21).
Von dort werden sie an die Stelleinrichtungen mit digitaler Ansteuerung (22) ausgegeben. Für die Stelleinrichtungen und Regler mit analoger Ansteuerung (23) sind digitale Steuerwerte durch einen Digital-Analog-Umwandler (24) vor der Ausgabe in die analoge Darstellungsform umzuwandeln.

7.3. Die Baueinheiten für die Echtzeitverarbeitung

Für die selbständige Organisation des Rechenbetriebes für die Echtzeitverarbeitung werden die Baueinheiten
- Echtzeituhr
- Unterbrechungseinrichtung und Vorrangsteuerung

benötigt.

7.3.1. Die Echtzeituhr

Von einem Prozeßrechner müssen zu feststehenden Zeitpunkten die unterschiedlichsten Programmabarbeitungen durchgeführt und Meldungen mit Zeitangaben geliefert werden.
Damit der vorgegebene Zeitplan eingehalten wird, gibt eine elektronische Echtzeituhr dem Prozeßrechner die eindeutige Zeitorientierung.

7.3.2. Die Unterbrechungseinrichtung und die Vorrangsteuerung

Für die Beseitigung von kritischen Prozeßzuständen, die plötzlich auftreten, sind die Unterbrechungseinrichtung und die Vorrangsteuerung unerläßlich. Sie ermöglichen eine rasche, der Störung entgegenwirkende Reaktion des Prozeßrechners.
Bei kritischen Prozeßzuständen werden entsprechende Alarm- oder Störmeldungen über feste Zuschaltung dem Prozeßrechner mitgeteilt. Diese Signale werden vom Prozeßrechner als Unterbrechungsmeldungen behandelt.

Jede Unterbrechungsmeldung erfordert die Abarbeitung eines entsprechenden Programms zur Beseitigung der Störung. Da je nach Prozeßverlauf gleichzeitig mehrere Unterbrechungsmeldungen vorliegen können, muß ihre

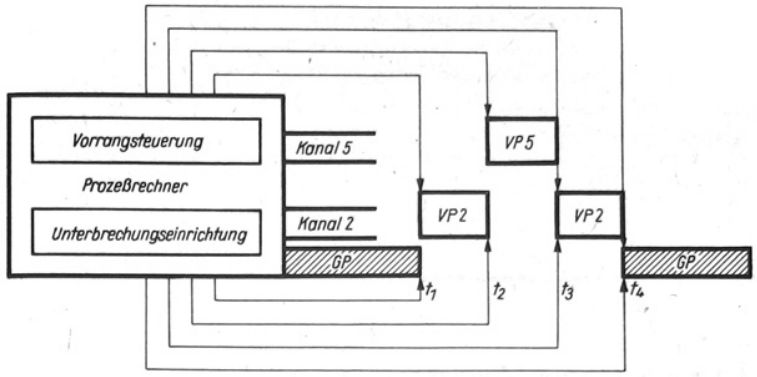


Abbildung 12
Arbeitsweise von Vorrangsteuerung und Unterbrechungseinrichtung

Abarbeitung nach Vorrangstufen organisiert werden. Entsprechend sind die zur Abarbeitung gelangenden Programme des Prozeßrechners ebenfalls nach Vorrangstufen eingeordnet.
Liegt ein Unterbrechungssignal vor, wird zunächst durch ein Vorrangentschlüsselungsprogramm geprüft, ob das durch das Unterbrechungssignal angeforderte Programm eine höhere Vorrangstufe besitzt als das, das gerade abgearbeitet wird. Ist das der Fall, wird die Programmabarbeitung durch die Unterbrechungseinrichtung unterbrochen und das Programm mit höherer Vorrangstufe abgearbeitet.
Das Zusammenspiel von Unterbrechungseinrichtung und Vorrangsteuerung zeigt Abbildung 12.
Auf dem Prozeßrechner wird das Grundprogramm GP abgearbeitet. Zum Zeitpunkt t_1 liegt eine Unterbrechungsmeldung auf Kanal 2 vor. Die Unterbrechungseinrichtung unterbricht daraufhin die Abarbeitung des Grundprogramms. Die Vorrangsteuerung leitet die Abarbeitung des zum Unterbrechungsgrund gehörenden Vorrangprogramms VP 2 ein.
Zum Zeitpunkt t_2 erfolgt im Kanal 5 eine Unterbrechungsmeldung. Sie besitzt eine höhere Vorrangstufe als die Unterbrechungsmeldung des laufenden Vorrangprogramms VP 2. Die Unterbrechungseinrichtung unterbricht die Abarbeitung des Programms VP 2, die Vorrangsteuerung leitet die Abarbeitung des Vorrangprogramms VP 5 ein.
Zum Zeitpunkt t_3 ist das Vorrangprogramm VP 5 abgearbeitet. Da eine neue Unterbrechungsmeldung nicht erfolgte, leitet die Vorrangsteuerung die weitere Abarbeitung des Programms VP 2 ein, das zum Zeitpunkt t_4 beendet ist. Zum Zeitpunkt t_4 setzt der Rechner die unterbrochene Arbeit am Grundprogramm GP fort.

Durch das Zusammenspiel von Unterbrechungseinrichtung und Vorrangsteuerung wird eine optimale Anpassung an die Erfordernisse des durch nicht vorhergesehene Störungen beeinflußten Prozeßablaufes erreicht.

LEKTION

39

Der Prozeßrechner (2)

1. Die Eingangs- und Ausgangsgrößen eines Prozesses

2. Die Aufgaben des Prozeßrechners

2.1. Die Informationserfassung
2.2. Die Informationsverarbeitung
2.2.1. Die erste Ebene der Informationsverarbeitung
2.2.2. Die zweite Ebene der Informationsverarbeitung
2.3. Die Informationsausgabe

3. Der Einsatz von Prozeßrechnern zur Meßwertüberwachung

3.1. Die Meßwerterfassung
3.2. Die Meßwertbearbeitung
3.3. Die Meßwertverdichtung
3.4. Die Meßwertprotokollierung
3.5. Die Meßwertüberwachung

4. Der Einsatz von Prozeßrechnern zur automatisierten Prozeßführung

4.1. Die Vorwärtssteuerung
4.2. Die Rückwärtssteuerung
4.3. Die kombinierte Vorwärts- und Rückwärtssteuerung
4.4. Die Teilvorwärtssteuerung
4.5. Die automatische Prozeßoptimierung
4.6. Die direkte digitale Regelung

5. Die Einsatzgebiete von Prozeßrechnern

5.1. Der Einsatz von Prozeßrechnern in der Energiewirtschaft
5.2. Der Einsatz von Prozeßrechnern in der metallurgischen Industrie
5.3. Der Einsatz von Prozeßrechnern in der chemischen Industrie
5.4. Der Einsatz von Prozeßrechnern in weiteren Volkswirtschaftszweigen

1. Die Eingangs- und Ausgangsgrößen eines Prozesses

In dieser Lektion beschäftigen wir uns mit den Aufgaben und den Einsatzgebieten eines Prozeßrechners. Dazu müssen wir uns zunächst klar werden über die in einem Prozeß auftretenden Größen, die beobachtet und analysiert werden müssen, um den Prozeßverlauf steuern zu können.
Ein Produktionsprozeß kann in allgemeiner Form als ein System mit einer Vielzahl von Eingangs- und Ausgangsgrößen angesehen werden.

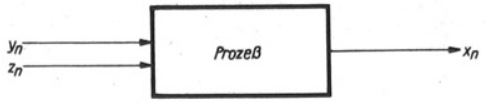


Abbildung 1
Eingangs- und Ausgangsgrößen eines Prozesses

Die Eingangsgrößen

lassen sich unterteilen in
- stellbare Eingangsgrößen Y und
- nichtstellbare Eingangsgrößen Z.

Die Werte von stellbaren Eingangsgrößen Y, zum Beispiel Rohstoff- und Energiemengen, können über Stelleinrichtungen beeinflußt werden.

Nichtstellbare Eingangsgrößen Z, zum Beispiel Rohstoffzusammensetzungen und Brennstoffheizwerte, können im Produktionsprozeß nicht über Stelleinrichtungen beeinflußt werden; ihre zufällige Veränderung wirkt sich daher als Störung auf den Produktionsprozeß aus.

Bestimmte Vorgaben für die Prozeßführung, zum Beispiel die zu erzielende Menge und die Qualität von Fertigprodukten, werden als Führungsgrößen W bezeichnet. Sie resultieren aus übergeordneten Entscheidungen oder sind in Plandokumenten festgelegt.

Die Ausgangsgrößen X

spiegeln das Ergebnis des Produktionsprozesses wider.
Die Prozeßstabilisierung kann also nur durch Verändern der einstellbaren Eingangsgrößen erreicht werden.

Um einen Prozeß gezielt steuern zu können, ist die Veränderung der relevanten Größen ständig zu verfolgen und die stellbaren Eingangsgrößen so zu beeinflussen, daß ein optimaler Prozeßablauf erreicht wird.

2. Die Aufgaben des Prozeßrechners

Die Aufgaben, die einem Prozeßrechner übertragen werden können, lassen sich in Richtung des Informationsflusses in drei Bereiche einordnen:
- Informationserfassung
- Informationsverarbeitung
- Informationsausgabe.

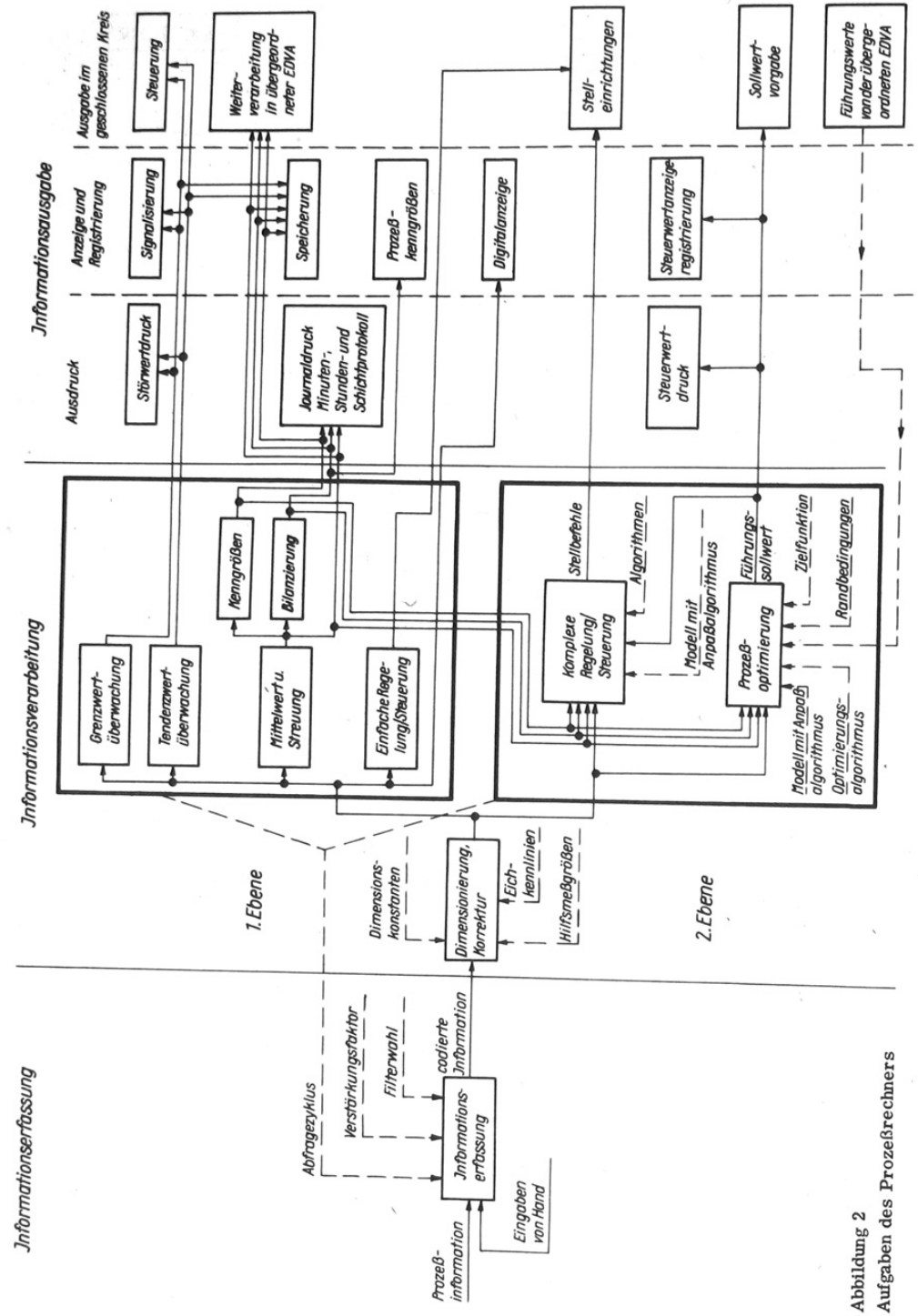


Abbildung 2
Aufgaben des Prozeßrechners

LEKTION 39

2.1. Die Informationserfassung

Die Informationserfassung durch Prozeßrechner umfaßt die automatische Erfassung von Meßwerten aus dem Produktionsprozeß sowie die Übernahme von Meßwerten über Handeingabe.

2.2. Die Informationsverarbeitung

Die Informationsverarbeitung durch einen Prozeßrechner wird in zwei Ebenen unterteilt.

2.2.1. Die erste Ebene der Informationsverarbeitung

In die erste Verarbeitungsebene werden Aufgaben eingeordnet, deren Lösung keine umfangreichen Kenntnisse über das innere Prozeßgeschehen verlangt. Die Verarbeitungsalgorithmen verknüpfen dabei die Ein- und Ausgangsgrößen nach von außen vorgegebenen Kriterien und können in der Regel ohne Schwierigkeiten formuliert werden. Dazu gehören

- Meßwertüberwachung
- Kenngrößenberechnung
- Bilanzierung und
- einfache Aufgaben der Steuerung und Regelung.

- Für die Meßwertüberwachung werden meist feste Grenz- und Tendenzwerte verwendet. Um die Ergebnisse rationell auswerten zu können, sollte das Ausdrucken von Überschreitungen auf solche Werte beschränkt werden, die zu einer eventuellen Störanalyse unbedingt benötigt werden. Dies erfolgt in Form von Störwertausdrucken. Daneben kann das Bedienungspersonal durch Anzeige- und Registriergeräte informiert werden.
- Die Bilanzierung, eine technisch-ökonomische Aufgabe, gibt über die Güte der Prozeßfahrweise und damit über das jeweils erreichte Betriebsergebnis Auskunft. Das Bilanzergebnis wird im allgemeinen durch einen Journaldrucker ausgegeben. Die Bilanzierungsperioden können beliebig gewählt werden.
- Für die Prozeßkenngrößenberechnung werden in der Regel solche Größen ausgewählt, die die momentane Prozeßfahrweise charakterisieren, wie Wirkungsgrad, Aktivität, spezifische Kosten. Die Informationsausgabe kann über Schnelldrucker, Lochband- oder Lochkartengeräte erfolgen.
- Die Bilanzierungsergebnisse können ebenso wie die ermittelten Prozeßkenngrößen in einem Rechner-Hierarchie-System zur Weiterverarbeitung auf übergeordneten EDV-Anlagen verwendet werden.
  In beiden Fällen wird mit verdichteten Prozeßinformationen in Form von Mittelwerten gearbeitet. Die direkte Ausgabe dieser Mittelwerte sowie die Ergebnisse von Streuungsberechnungen ist als Vorstufe für die Durchführung von Regressionsanalysen zur Prozeßidentifikation auf größeren übergeordneten EDV-Anlagen notwendig.

2.2.2. Die zweite Ebene der Informationsverarbeitung

Aufgaben der Informationsverarbeitung der zweiten Ebene, die von einem Prozeßrechner übernommen werden können, sind die komplexe Steuerung und Regelung eines Prozesses und die Prozeßoptimierung. Dazu sind umfangreiche Kenntnisse über das innere Prozeßgeschehen erforderlich.

Die komplexe Steuerung und Regelung erfordert den unmittelbaren Eingriff in den Prozeß über die verschiedenen Stelleinrichtungen und andererseits für die Optimierung der Prozeßfahrweise eine anpassende Korrektur von Steuerungs- und Regelungsalgorithmen und die Modellaktualisierung mittels Prozeßrechner.

Zur Lösung dieser Aufgaben müssen
- der Anpassungsalgorithmus
- das mathematische Modell des Prozesses
- die Rand- und Nebenbedingungen sowie
- Zielfunktionen für die Optimierung vorgegeben sein.

2.3. Die Informationsausgabe

Die Informationsausgabe umfaßt die Ausgabe von Kennwerten, Bilanzen und anderen Informationen über Anzeigegeräte, Lochbandgeräte und Drucker sowie die Ausgabe der Steuerwerte über die Steuerwertausgabeeinheit.

3. Der Einsatz von Prozeßrechnern zur Meßwertüberwachung

Eine Voraussetzung für die Informationsverarbeitung durch Prozeßrechner ist die Meßwerterfassung.

3.1. Die Meßwerterfassung

Als Meßwerterfassung wird das Aufnehmen von Meßwerten und Übertragungen in den Speicher des Prozeßrechners bezeichnet.

Das Prinzip der Meßwerterfassung wurde bereits in der vorherigen Lektion erläutert. Bei der Erfassung von Meßwerten muß der Prozeßrechner eingangsseitig mit dem Prozeß gekoppelt sein, damit die Daten automatisch übernommen werden können.
Die Meßeinrichtungen sind unmittelbar mit dem Prozeß verbunden. Sie messen automatisch charakteristische Prozeßgrößen, wie Temperaturen, Drücke oder Mengen, die zum Prozeßrechner übertragen werden. Der Prozeßrechner übernimmt die Meßwerte in bestimmten Zeitabständen, die in der Regel vom Programm gesteuert werden.
Die Meßwerterfassungseinheit fragt die Signaleingänge entweder zyklisch, das heißt in festen Zeitabständen (Sekunden oder Minuten), oder einzeln ab, wenn im Rahmen spezieller Programmabläufe und außerhalb der zyklischen Abfrage einzelne ausgewählte Meßwerte benötigt werden. Außer-

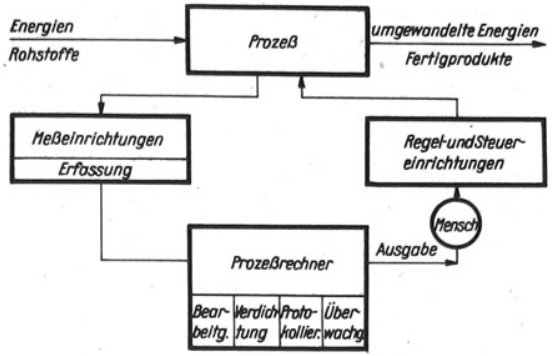


Abbildung 3
Meßwertüberwachung mit einseitig prozeßgekoppeltem Betrieb

dem wirken Meßsignale, die das Auftreten von kritischen Prozeßzuständen anzeigen, direkt auf die Unterbrechungseinrichtung des Rechners ein.
Die Erfassung von Meßwerten durch den Prozeßrechner kann auch über die Handeingabestation erfolgen, über die zum Beispiel Ergebnisse von Laboruntersuchungen manuell eingegeben werden.

3.2. Die Meßwertbearbeitung

Oft können die erfaßten Meßwerte nicht sofort verarbeitet werden, weil sie zwar den von den Meßwertgebern abgegebenen Spannungswerten, nicht aber den tatsächlichen Werten der Prozeßgrößen entsprechen. Die Meßwerte werden deshalb bearbeitet. Dabei wird anhand von Eichformeln und Eichkurven eine Umrechnung der gemessenen Werte in die tatsächlichen Werte der Prozeßgrößen vorgenommen.

Beispiel

Bei einer Temperaturmessung wurde von einem Thermoelement eine Spannung von 12 mV abgegeben. Nach einer Formel ermittelt der Prozeßrechner daraus eine Temperatur von 1220 °C.
In ähnlicher Form werden auch die tatsächlichen Werte für alle anderen Prozeßgrößen ermittelt.

3.3. Die Meßwertverdichtung

Nach der Bearbeitung wird die Verdichtung von Meßwerten vorgenommen.

Bei der Meßwerterfassung hatten wir festgestellt, daß bei zyklischer Abfrage in Abständen von Sekunden oder Minuten Daten übernommen werden. Das ergibt über einen bestimmten Zeitraum eine sehr große Anzahl von Daten, die für die Auswertung zu Mittelwerten zusammengefaßt oder über die Verknüpfung mehrerer Größen zu Prozeßkennwerten verarbeitet werden. Die Bildung von Mittelwerten wird für festgelegte Zeiträume, beispielsweise für 1, 8 oder 24 Stunden durchgeführt.

Das geschieht wie folgt:
Die gemessenen Werte einer Größe werden addiert und durch die Anzahl der Meßwerte dividiert. Daraus ergeben sich Mittelwerte, beispielsweise für den Temperaturverlauf über mehrere Stunden. Durch die Auswertung der Mittelwerte können Langzeittendenzen, das sind Veränderungen in

größeren Zeiträumen, erkannt und entsprechende Maßnahmen eingeleitet werden.

3.4. Die Meßwertprotokollierung

Nach der Verdichtung erfolgt die Protokollierung der Meßwerte.

Unter der Protokollierung verstehen wir die Ausgabe der verdichteten Prozeßdaten in verschiedener Form, zum Beispiel in speziellen Tabellen oder Lochbändern.

Es werden Mengen, Temperaturen und Qualitätsparameter sowie Kennwerte, wie Wirkungsgrade und spezifische Verbrauchszahlen, errechnet und in Tabellen zusammengestellt. Außerdem werden die für ökonomische Auswertungen benötigten Daten in Lochbändern gespeichert. So können sie leicht zur weiteren Verarbeitung in eine übergeordnete EDV-Anlage eingegeben werden.
Zur Auswertung des Prozeßverlaufes werden in zyklischen Zeitabständen besonders charakteristische Meßwerte im Betriebsprotokoll ausgedruckt.

Das Betriebsprotokoll stellt eine Dokumentation des Produktionsprozesses dar.

3.5. Die Meßwertüberwachung

Neben der Verdichtung und Protokollierung wird eine Überwachung der Meßwerte im Prozeßrechner durchgeführt. Dabei werden die festgestellten Werte mit vorher festgelegten Grenzen verglichen. Für den Normalzustand eines Prozesses werden eine obere und eine untere Grenze ermittelt. Sie begrenzen einen Bereich, in dem sich die Meßgröße X verändern kann, ohne Störungen im Prozeß anzuzeigen. Überschreitet der Istwert X jedoch eine der beiden Grenzen, ist damit zu rechnen, daß Unregelmäßigkeiten oder Störungen im Prozeß aufgetreten sind. Der Prozeßrechner ermittelt dann spezielle Hinweise zur Prozeßsteuerung. Diese Hinweise befähigen das Bedienungspersonal, schnell zielgerichtete Maßnahmen einzuleiten, und erleichtern damit wesentlich die Arbeit.
Außerdem kann durch die Meßwertüberwachung festgestellt werden, ob alle Anlagenteile in Betrieb sind. Durch zyklische Prüfung der digitalen Signale, die die Schaltzustände der Anlagen charakterisieren, können Ausfälle von Anlagenteilen sofort vom Prozeßrechner identifiziert werden.
Die insgesamt erfaßten Unregelmäßigkeiten werden zum Zeitpunkt des Auftretens in einem Störprotokoll ausgedruckt. Es versetzt das Bedienungspersonal in die Lage, sofort zielgerichtete Maßnahmen zur Beseitigung der Störungen einzuleiten.

Ein charakteristisches Merkmal bei der Meßwertüberwachung der ersten Ebene ist, daß der Prozeßrechner eine Überwachungsfunktion ausübt; der Eingriff in den Produktionsprozeß aber noch direkt durch den Menschen erfolgt.

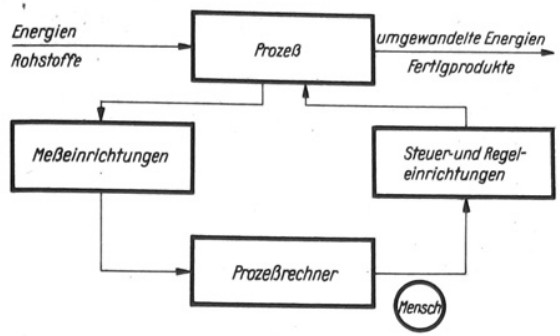


Abbildung 4
Automatisierte Prozeßführung mit beiderseitig prozeßgekoppeltem Betrieb

4. Der Einsatz von Prozeßrechnern zur automatisierten Prozeßführung

Abbildung 4 zeigt einen Prozeßrechner, der beiderseitig mit dem Prozeß gekoppelt ist. Er führt sowohl die Meßwerterfassung als auch die Steuerwertausgabe zur Optimierung der Prozeßfahrweise durch; eine Aufgabe der Informationsverarbeitung der zweiten Ebene. Damit wird eine höhere Stufe der Automatisierung erreicht.

In der zweiten Ebene übernimmt der Prozeßrechner die automatisierte Führung von komplexen Prozessen; der Mensch hat nur noch Kontrollfunktionen auszuführen.

4.1. Die Vorwärtssteuerung

Die Optimierung der Prozeßfahrweise erfolgt nach einer Zielfunktion, die im allgemeinen die Prozeßausgangsgrößen gegenüber den Prozeßeingangsgrößen bilanziert.
Will man wissen, welches Produktionsergebnis die Prozeßeingangsgrößen eines Zeitpunktes t_1 erbringen, so kann man das nur im voraus bestimmen, wenn die Auswirkungen der Eingangsgrößen auf das Produktionsergebnis bekannt sind. Das Vorausberechnen erfolgt anhand eines mathematischen Modells des Produktionsprozesses. Man spricht in diesem Fall von einer Vorwärtssteuerung.

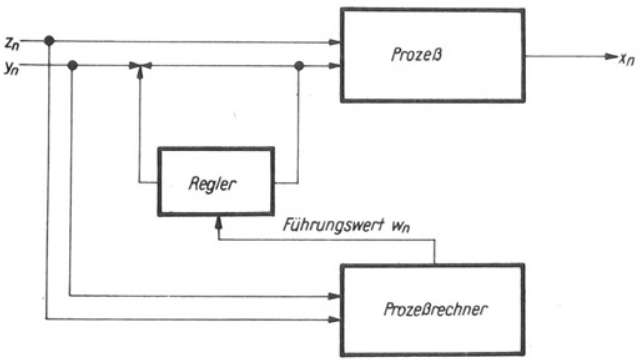


Abbildung 5
Vorwärtssteuerung

LEKTION 39

Bei der Vorwärtssteuerung werden die Meßwerte der Eingangsgrößen Z und Y in den Prozeßrechner übernommen, dort die Führungswerte für die Regler berechnet und eingestellt. Die Führungswerte werden dabei nach einem Prozeßmodell ermittelt, das in der endgültigen Fassung die Gesamtheit der technologischen und ökonomischen Beziehungen darstellt, die quantitativ die Zusammenhänge zwischen allen Eingangs- und Ausgangsgrößen beschreiben.

Bei der Vorwärtssteuerung werden Änderungen der Eingangsgrößen nicht erst durch die Auswirkungen auf die Ausgangsgrößen erkannt, sondern sofort nach Eintreten werden ihre Auswirkungen auf die Ausgangsgrößen durch Verändern der stellbaren Eingangsgrößen kompensiert. Die Größe der Kompensation wird mit Hilfe des mathematischen Modells ermittelt.

4.2. Die Rückwärtssteuerung

Da nicht in jedem Fall ein mathematisches Modell zur Verfügung steht, hilft man sich mit der Rückwärtssteuerung.

Bei der Rückwärtssteuerung werden die Eingangsgrößen einzeln in kleinen Testschritten gezielt verändert. Nach Auswirkung dieser Änderung am Ausgang wird beurteilt, ob eine Verbesserung eingetreten ist. Danach wird die nächste Eingangsgröße geändert. Auf diese Weise testet man sich an den optimalen Betriebspunkt heran.

Es ist leicht verständlich, daß auf diese Weise nur langzeitige Störungen kompensiert werden können. Die Rückwärtssteuerung ist auf Prozesse mit hoher Eingangsgrößenanzahl nicht anwendbar.

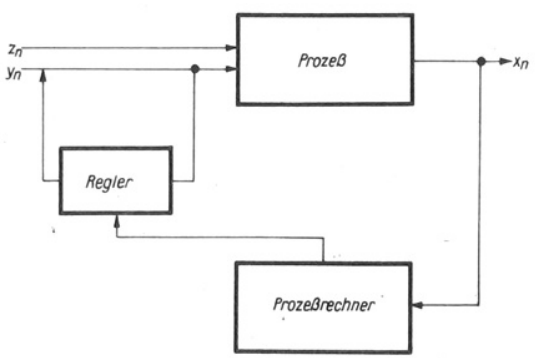
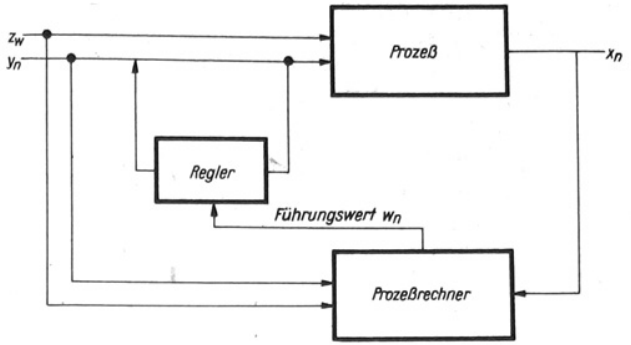


Abbildung 6
Rückwärtssteuerung

4.3. Die kombinierte Vorwärts- und Rückwärtssteuerung

Alle Ein- und Ausgangsdaten können gegenwärtig nur in einigen Einsatzfällen in eine Vorwärtssteuerung einbezogen werden. Bei vielen Produktionsprozessen ist nur eine Teilmodellierung möglich, deshalb wird oft die Vorwärts- und die Rückwärtssteuerung kombiniert angewendet.



LEKTION 39

Abbildung 7
Kombinierte Vorwärts- und Rückwärtssteuerung

Über die Vorwärtssteuerung mit Teilmodellen wird dabei eine schnelle Grobeinstellung der Eingangsgrößen vorgenommen, die nach einem Suchverfahren der Rückwärtssteuerung mit Zeitverzug verfeinert wird.

Je nach dem Grad der mathematischen Modellierung des realen Prozesses können entsprechende Stufen in der Automatisierung erreicht werden.

4.4. Die Teilvorwärtssteuerung

Im einfachen Fall werden nur einige ausgewählte Sollwerte von Reglern über Teilmodelle errechnet und vom Prozeßrechner eingestellt. Daneben können weitere konventionelle Regelkreise angewendet werden, deren Sollwerte vom Bedienungspersonal einzustellen sind. Wir sprechen dann von einer Teilvorwärtssteuerung. Mit ihr wird bereits eine wesentliche Verbesserung in der Prozeßführung erreicht.

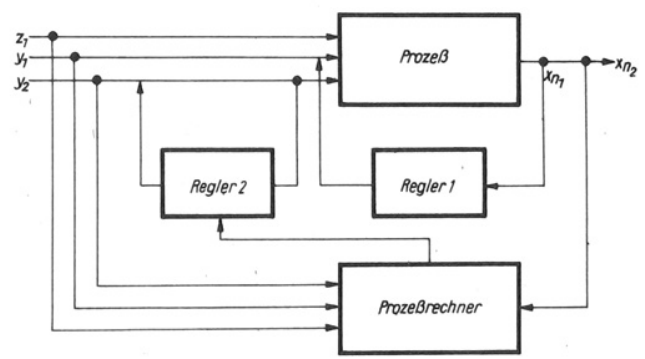


Abbildung 8
Teilvorwärtssteuerung

4.5. Die automatische Prozeßoptimierung

Die höchste Stufe der Prozeßsteuerung ist die umfassende automatische Prozeßoptimierung. Ausgehend von der Messung aller wesentlichen Eingangsgrößen, werden über das Prozeßmodell und das Optimierungsmodell die optimalen Einstellwerte ermittelt und realisiert, so daß ein optimales Produktionsergebnis erreicht wird.

LEKTION

39

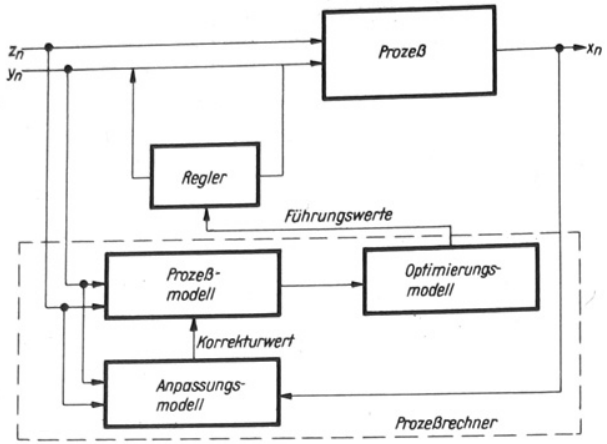


Abbildung 9
Automatische Prozeßoptimierung

Gleichzeitig werden die Meßwerte der Eingangsgrößen und der charakteristischen Ausgangsgrößen sowie die vorgenommenen Einstellungen über ein Anpassungsmodell verarbeitet. Dabei wird geprüft, inwieweit nach vorgenommenen Verstellungen zwischen berechneten Werten und gemessenen Werten der Ausgangsgrößen Abweichungen auftreten.
Treten solche Abweichungen auf, werden Korrekturwerte für das Prozeßmodell berechnet und realisiert, so daß die Abweichungen vollständig aufgehoben werden. Eine Anwendung des Prozeßrechners auf der Grundlage dieser Modelle garantiert eine Prozeßführung mit höchstem Nutzeffekt, weil die technischen Möglichkeiten optimal genutzt werden.

4.6. Die direkte digitale Regelung

Eine weitere Möglichkeit der Anwendung von Prozeßrechnern ist die direkte digitale Regelung.

Bei der direkten digitalen Regelung übernimmt der Prozeßrechner auch die Aufgabe der Regler. Die Führung der Sollwerte wird dabei nach dem Ergebnis der Rechnung der Vorwärts- und Rückwärtssteuerung vorgenommen.

Da die Prozeßrechner über viel mehr Möglichkeiten zur Verwirklichung des Regelalgorithmus verfügen, kann das Regelergebnis gegenüber dem ausschließlichen Einsatz von Reglern wesentlich verbessert werden.

5. Die Einsatzgebiete von Prozeßrechnern

Die zu Beginn dieser Lektion dargelegten Aufgaben von Prozeßrechnern machen deutlich, daß sich diesem Automatisierungsmittel immer größere Einsatzgebiete in unserer sozialistischen Volkswirtschaft eröffnen.
Die Prozeßrechentechnik ist Bestandteil der komplexen sozialistischen Automatisierung und unmittelbar mit der Durchsetzung des ökonomischen Systems des Sozialismus verbunden. Dabei kommt es bei der Automatisierung von Produktionsprozessen darauf an, nicht nur einzelne Abschnitte

im technologischen Gesamtprozeß zu automatisieren, sondern es geht vor allem um die Automatisierung geschlossener und funktionell voneinander abhängiger Teile des Produktionsprozesses.
Erst durch den Einsatz von Prozeßrechnern wird eine komplexe Informationserfassung und -Verarbeitung mit dem Ziel einer optimalen Prozeßführung stark verkoppelter Produktionsprozesse auf den verschiedenen Einzelgebieten unserer Volkswirtschaft ermöglicht und eine umfassende Systemautomatisierung erreicht. Dabei wird der Prozeßrechner einmal als Leitzentrale komplexer Automatisierungssysteme und zum anderen in Verbindung mit EDV-Anlagen als ein wesentlicher Bestandteil eines integrierten Systems der automatisierten Informationsverarbeitung eingesetzt.

5.1. Der Einsatz von Prozeßrechnern in der Energiewirtschaft

Die Energiewirtschaft stellt in vielen Ländern ein Haupteinsatzgebiet für Prozeßrechner dar. So werden Prozeßrechner sowohl in der Energieerzeugung als auch in der Energieverteilung eingesetzt.

Für die Elektroenergieerzeugung sind in Zukunft große Blockeinheiten mit Leistungen von 200 und 500 MW vorgesehen. Dabei werden Kernkraftwerke einen wesentlichen Anteil der erzeugten Elektroenergie liefern. Für die immer größeren und schwierigeren Aufgaben der Überwachung, Kennwertberechnung und Steuerung von Teilanlagen sowie gesamter Kraftwerksblöcke werden Prozeßrechner eingesetzt.

Das Elektroenergie- und Gasversorgungsnetz wird in den nächsten Jahren weiter ausgebaut. Damit wachsen die Anforderungen an die Überwachung und Steuerung der Netze. Der Prozeßrechnereinsatz zur Optimierung der Energieübertragung und der Lastverteilung auf die einzelnen Kraftwerke wird günstige Voraussetzungen für eine Senkung der Betriebskosten des Energieversorgungsnetzes schaffen.

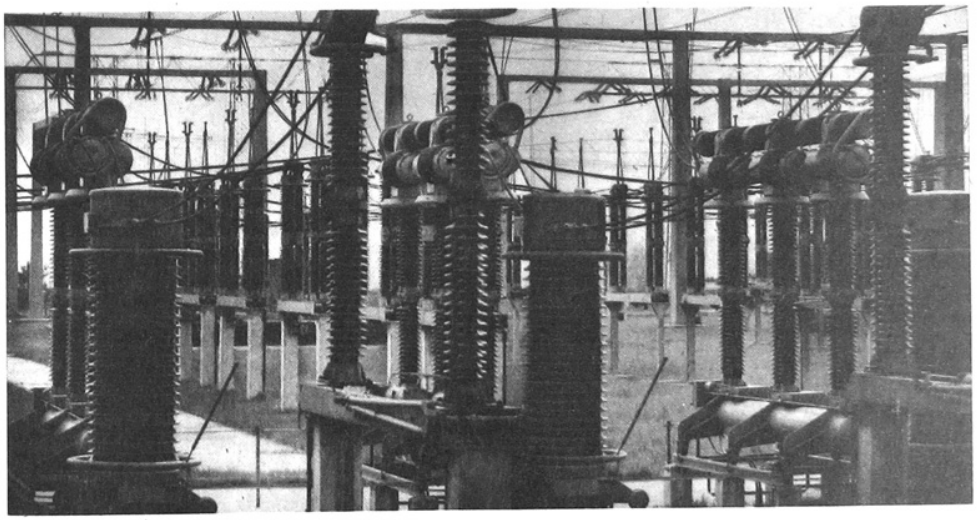


Abbildung 10 Prozeßrechnereinsatz in der Energieverteilung

LEKTION 39

Einsatzobjekt / Aufgaben		Informationserfassung	Protokollierung	Bilanzierung	Kennwertberechnung	Betriebsüberwachung	Störungsanalyse	Teilprozeßsteuerung	Gesamtprozeßsteuerung	Optimierung	Bemerkungen
Energieversorgung	Kond.-Kraftwerk mit flossilen Brennstoffen	x	x	x	x	x	x	x			Rechnereinsatz erfolgt blockgebunden bei Leistungen bis 200 MW
	Kraftwerke mit Wärme-Kraft-Kopplung	x	x	x	x	x	x	x	x		Rechnereinsatz erfolgt gleichzeitig für Energieerzeugung und Wärmeversorgung
	Kernkraftwerke	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Rechnereinsatz erfolgt meistens reaktorgebunden
	Wasserkraftwerke	x	x	x	x	x	x	x			Rechnereinsatz erfolgt in Lauf- und Pumpspeicherkraftwerken
Energieverteilung	Nationale Elektroenergieverteilung		x						x	x	Rechner kann im prozeßgekoppelten oder im prozeßparallelen Betrieb arbeiten
	Regionale Elektroenergieverteilung	x	x	x	x	x	x	x			Prozeßgekoppelter Betrieb in Verbindung mit Fernübertragungsanlagen
	Nationale Gasverteilung		x						x	x	Rechner kann im prozeßgekoppelten oder prozeßparallelen Betrieb arbeiten
	Regionale Gasverteilung	x	x	x	x	x	x	x			Prozeßgekoppelter Betrieb in Verbindung mit Fernübertragungsanlagen
	Fernwärmeversorgung	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Rechnereinsatz erfolgt in ausgebauten Fernwärmenetzen

Tabelle 1
Möglichkeiten des Prozeßrechnereinsatzes in der Energiewirtschaft

In Fernwärmeversorgungsnetzen, wie sie für umfangreiche Wohnungsbauvorhaben geplant sind, werden Prozeßrechner zur Optimierung des Einsatzes von Heizkraftwerken, Heizwerken und Wärmespeichern eingesetzt. Damit senken sich die Selbstkosten für die Fernwärmeversorgung bei voller Deckung der Wärme- und Elektroenergieanforderung.

5.2. Der Einsatz von Prozeßrechnern in der metallurgischen Industrie

Schwerpunkte des Prozeßrechnereinsatzes sind:
- kontinuierliche Warm- und Kaltbandwalzwerke
- Sauerstoff-Aufblaskonverter
- Hochöfen
- Grobblechwalzwerke
- Tieföfen
- Walzguttrennscheren.

Die Aufgaben des Prozeßrechners bestehen in der
- Meßwerterfassung
- Betriebsüberwachung
- Protokollierung und Bilanzierung
- Stoffflußverfolgung und Transportoptimierung
- Teiloptimierung und Überwachung mehrerer Teiloptimierungssysteme.

LEKTION 39

5.3. Der Einsatz von Prozeßrechnern in der chemischen Industrie

Die Prozesse in der chemischen Industrie laufen entweder kontinuierlich oder chargenweise ab. Beispiel für kontinuierliche Prozesse sind die Chlorwasserstoffherstellung, die Chlorkalielektrolyse, die Hydrierung von Kohlenwasserstoff oder die Schwefelsäureherstellung. Chargenprozesse sind z. B. der Filmbeguß, Verspinnen synthetischer Spinnlösungen, Reifung von Spinnlösungen oder Polymerisation bei der Herstellung synthetischer Werkstoffe.
Sowohl in kontinuierlich arbeitenden Verfahren als auch in Chargenbetrieben können Prozeßrechner eingesetzt werden. Neben Betriebsüberwachung, Bilanzierung, Journalausdruck und Kennwertberechnung wird die Hauptaufgabe des Prozeßrechners in der automatischen Prozeßsteuerung komplexer Fließverfahrenszüge bestehen. Das Ziel wird dabei die Optimierung des Prozesses mit höchster Effektivität sein.

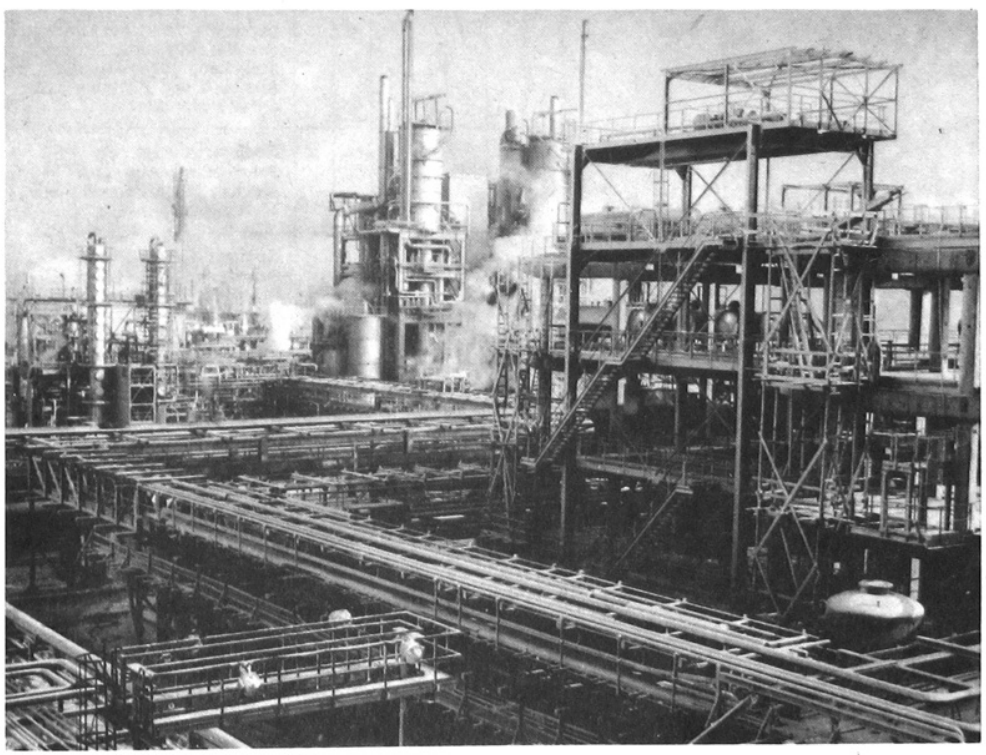


Abbildung 11 Prozeßrechnereinsatz in der chemischen Industrie; Äthylenherstellung und Petrolchemie

Einsatzobjekt \ Aufgaben	Meßwerterfassung	Protokollierung	Bilanzierung	Kennwertberechnung	Betriebsüberwachung	Prozeßsteuerung	Optimierung	Bemerkungen
Papierfabrik	x	x	x	x	x	x	x	Rechner wird an einzelnen Papiermaschinen eingesetzt. Betrieb der Papiermaschine kann kontinuierlich oder chargenweise erfolgen, Optimierung bei Chargenwechsel
Zement- und Glasindustrie	x	x	x	x	x	x	x	entsprechend Papierfabrik
Landwirtschaft	x	x	x	x	x	x	x	Optimierung der Mischfutterherstellung und Lagerhaltung
Straßenverkehr	x				x	x	x	An Verkehrsballungszentren werden Rechner im prozeßgekoppelten Betrieb zur optimalen Steuerung eingesetzt
Eisenbahnwesen	x	x			x	x	x	Steuerung des Rangierbetriebes und Überwachung des Verkehrs auf Fernstrecken, automatische Auskunft und Buchung in dezentralen Stellen
Schiffahrt	x	x		x	x	x	x	Rechnereinsatz auf Schiffen zur Automatisierung von Steuerung und Navigation
Fischfang und -verarbeitung	x	x		x	x	x	x	Rechnereinsatz auf Schiffen und in Verarbeitungsbetrieben
Maschinenbau	x				x	x		Rechnereinsatz zur digitalen Steuerung von Werkzeugmaschinen
Meß- und Prüfwesen	x	x			x	x		Rechnereinsatz im Serienbau und in Forschung und Entwicklung
Gesundheitswesen	x	x		x	x			Rechnereinsatz in Krankenhäusern zur Überwachung von Krisenstationen im prozeßgekoppelten Betrieb; Diagnostik im prozeßparallelen Betrieb
Verschiedene Stückgutprozesse	x	x	x		x	x	x	Rechnereinsatz zur Steuerung diskontinuierlicher Prozesse

Tabelle 2
Möglichkeiten des Prozeßrechnereinsatzes in einigen Zweigen der Volkswirtschaft

5.4. Der Einsatz von Prozeßrechnern in weiteren Volkswirtschaftszweigen

LEKTION 39

Für die Vielseitigkeit des Prozeßrechnereinsatzes sprechen weitere wichtige Einsatzgebiete, die in Tabelle 2 zusammengefaßt werden.

Als ein besonderer Schwerpunkt gilt der Einsatz von Prozeßrechnern zur Steuerung diskontinuierlicher Prozesse.

Innerhalb der sozialistischen Rationalisierung und Automatisierung werden Prozeßrechner die Steuerung einzelner, besonders aber von Maschinensystemen, übernehmen. Damit können komplexe Abläufe der mechanischen Fertigung zentral überwacht und gesteuert werden.

In komplexen Einrichtungen der Meß- und Prüftechnik, wie sie sowohl in der Fertigung als auch in der Forschung und Entwicklung verwendet werden, kommen Prozeßrechner in zunehmendem Maße zum Einsatz. Die Aufgaben des Prozeßrechners bestehen dabei in der Meßwerterfassung und -verarbeitung.

Beispiel

Eine große Anzahl von Schwingungsaufnehmern kann von einem Prozeßrechner gleichzeitig abgefragt werden. Die übernommenen Werte werden im Rechner in Wege, Geschwindigkeiten oder Beschleunigungen umgerechnet, die wiederum zu Festigkeitsberechnungen weiterverarbeitet oder direkt ausgegeben werden können. Damit wird eine weitgehende Rationalisierung bzw. Automatisierung umfangreicher Meß- und Prüfprozesse erzielt.

LEKTION

40

Der Prozeßrechner (3)

1. Die komplexe Vorbereitung des Einsatzes von Prozeßrechnern

2. Die wissenschaftlich-technischen Konzeptionen

2.1. Die wissenschaftlich-technische Konzeption für das Gesamtinvestvorhaben

2.2. Die wissenschaftlich-technische Konzeption für das Teilinvestvorhaben "Automatisierung"

3. Die Etappen der Einsatzvorbereitung von Prozeßrechnern

3.1. Die Studie
3.1.1. Der Auftrag zur Studie
3.1.2. Die Lösungswege
3.1.3. Die Verteidigung der Studie
3.2. Die Aufgabenstellung für die Projektierung
3.2.1. Das technische Projekt
3.2.1.1. Die Aufgabenstellung
3.2.1.2. Das Ausführungsprojekt
3.2.1.3. Die Bestellungen und Montagen
3.2.2. Das algorithmische Projekt
3.2.2.1. Die Aufgabenstellung
3.2.2.2. Das algorithmische Grobprojekt
3.2.2.3. Das algorithmische Feinprojekt

4. Die Inbetriebnahme und der Probebetrieb

5. Die Qualifizierung der Mitarbeiter

1. Die komplexe Vorbereitung des Einsatzes von Prozeßrechnern

Die komplexe sozialistische Automatisierung ganzer Produktionsprozesse, der Übergang von der Einzelproduktion zur Serien- und Massenproduktion und die Anwendung von Systemlösungen bedingen den Einsatz von EDV-Anlagen und den Einsatz von Prozeßrechnern für die Steuerung von Produktionsprozessen.
Mit Prozeßrechnern läßt sich die Systemautomatisierung in vollem Umfang durchsetzen und nicht, wie bisher mit Hilfe der BMSR-Technik, nur ein Einzelobjekt automatisieren. Damit sind wir in der Lage, die komplizierten und vielfach verflochtenen Führungs- und Leitungsaufgaben besser zu beherrschen und Produktionsprozesse optimal zu steuern.
Wie die Vorbereitung von EDV-Projekten auf ökonomisch-organisatorischem Gebiet, erfordert der Einsatz von Prozeßrechnern umfangreiche wissenschaftliche Untersuchungen. Der Einsatz von Prozeßrechnern ist eine arbeits- und kostenintensive Investitionsmaßnahme. Deshalb muß die effektivste Anwendungsform, die Produktionssteuerung, auch von vornherein das Ziel der Einsatzvorbereitung sein. Die Größe und Komplexität dieser Aufgabe läßt sich nur in sozialistischer Gemeinschaftsarbeit aller Beteiligten zum Erfolg führen.
Unabhängig davon, für welche Aufgaben der Prozeßrechnereinsatz projektiert werden soll, ist die Einsatzvorbereitung komplex durchzuführen. Die Erfahrungen zeigen, daß durch Einbeziehung der Werktätigen und durch Bildung überbetrieblicher sozialistischer Arbeitsgemeinschaften zwischen Anwenderbetrieb, Projektanten und Kooperationspartnern während der Einsatzvorbereitung eine wesentlich höhere Effektivität bei der Lösung der gestellten Aufgabe erzielt wird.
Um alle Seiten des komplizierten Prozesses einzubeziehen, müssen Technologen, Verfahrenstechniker, Mathematiker, Ökonomen, Organisatoren, BMSR-Techniker und Spezialisten der Prozeßrechentechnik die Vorbereitungsarbeiten gemeinsam durchführen. In der sozialistischen Gemeinschaftsarbeit hat der Anwenderbetrieb die führende und koordinierende Rolle zu übernehmen. Er muß von Anfang an die Hauptarbeiten leisten.

Die Vorbereitung für den Prozeßrechnereinsatz ist nicht nur ein wissenschaftlich-technisches Problem, sondern vor allem eine verantwortungsvolle und komplizierte Leitungsaufgabe.

Ein bestimmtes methodisches Vorgehen bei der Einsatzvorbereitung von Prozeßrechnern ist unerläßlich. Eine besondere Rolle spielen dabei die Operationsforschung und die Systemtheorie.
Auf die Anwendung der Methoden und Verfahren der Operationsforschung gingen wir bereits in der Lektion 28 näher ein.
Als Beispiel der Operationsforschung beim Prozeßrechnereinsatz wäre die Anwendung der linearen Optimierung zu nennen. Die Systemtechnik ermöglicht das Zusammenwirken der BMSR-Technik mit der Digitaltechnik.
Die Systemtheorie hat Verfahren entwickelt, die es gestatten, alle wesentlichen physikalisch-chemischen, technisch-technologischen und ökonomischen Vorgänge des tatsächlichen Prozesses mathematisch zu formulieren.

Betrachten wir einen Produktionsprozeß, zum Beispiel in der Fließfertigung, stellen wir fest, daß dieser Prozeß von bestimmten Größen abhängig ist.

Abbildung 1
Abhängigkeit eines Produktionsprozesses von bestimmten Größen

Auf den Produktionsprozeß wirken Informationen, Energien und Rohstoffe ein, aus denen Informationen, Zwischenprodukte und Fertigerzeugnisse entstehen. Zwischen den Eingangsgrößen (Informationen, Rohstoffe, Energien) und den Ausgangsgrößen (Informationen, Zwischen- und Fertigerzeugnisse) bestehen bestimmte Beziehungen, die aussagen, wie die Ausgangsgrößen von den Eingangsgrößen abhängen.
Ein Produktionsprozeß besteht meistens aus mehreren Teilprozessen, die miteinander gekoppelt sind. Zu einem chemischen Prozeß gehören zum Beispiel Tanklager für Rohstoffe, Fördereinrichtungen, Anlagen zur Rohstoffaufbereitung, der Syntheseprozeß (Reaktion) und Anlagen zur Endproduktaufbereitung sowie Tanklager für End- und Zwischenprodukte.

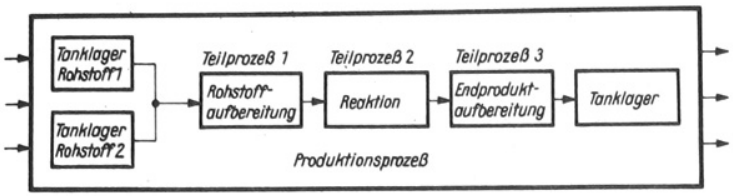


Abbildung 2
Teilprozesse eines Produktionsprozesses

2. Die wissenschaftlich-technischen Konzeptionen

Die Perspektivpläne und die langfristigen Rationalisierungskonzeptionen bilden die Grundlage für den Einsatz von Prozeßrechnern sowohl bei Neubauvorhaben als auch bei Rekonstruktionsmaßnahmen. In jedem Fall ist der Einsatz der Prozeßrechner Bestandteil der sozialistischen Rationalisierung und Automatisierung und nur im Zusammenhang mit den anderen Maßnahmen des Gesamtinvestitionsvorhabens zu betrachten. Die Einsatzvorbereitung der Prozeßrechner muß sich in dieses Gesamtvorhaben einpassen.

2.1. Die wissenschaftlich-technische Konzeption für das Gesamtinvestvorhaben

Mit der wissenschaftlich-technischen Konzeption (WTK) für ein Gesamtvorhaben werden die Hauptkenngrößen festgelegt.

Solche Gesamtvorhaben können sein:

- Bau eines Kraftwerkes
- Ausbau eines Gasversorgungsnetzes
- Rekonstruktion einer Papierfabrik
- Instrumentierung eines Hochofenwerkes
- Bau oder Ausrüstung eines Betriebes der Stückfertigung.

Unter Hauptkenngrößen verstehen wir:

- Produktionsleistung

- Energiebedarf
- Arbeitskräftebedarf
- Automatisierungsgrad
- technologische Verfahren
- verfahrenstechnische Kenngrößen, wie Temperaturen, Drücke
- Investitionskosten und -dauer
- Gesamtkosten
- Rückflußdauer.

2.2. Die wissenschaftlich-technische Konzeption für das Teilinvestvorhaben "Automatisierung"

Der in der wissenschaftlich-technischen Konzeption für das Gesamtvorhaben vorgesehene Automatisierungsgrad und der Stand der Technik gibt die wissenschaftlich-technische Konzeption an. Sie sagt aus, welche Prozesse zu automatisieren sind, und welche Verfahren dafür verwendet werden sollen. Die wissenschaftlich-technische Konzeption "Automatisierung" für ein neu zu bauendes Kraftwerk muß enthalten:

- alle Regelungsaufgaben an den Haupt- und Nebenausrüstungen
- alle Steuerungsaufgaben
- alle automatischen Überwachungsaufgaben
- alle automatisch durchzuführenden Arbeiten der Bilanzierung, Protokollierung und Abrechnung
- Angaben über die Wartengestaltung und die zu verwendenden Registrier- und Anzeigegeräte sowie über die Stellung des Prozeßrechners innerhalb der Automatisierungsausrüstung.

In der wissenschaftlich-technischen Konzeption "Automatisierung" sind bereits erste ökonomische Untersuchungen durchzuführen, die später präzisiert werden müssen.

3. Die Etappen der Einsatzvorbereitung von Prozeßrechnern

Ihnen ist bekannt, daß die Projektierung von Systemen der ökonomischen Datenverarbeitung in bestimmten Etappen vor sich ging. In der Reihenfolge ihrer Bearbeitung waren es: Studie, Grobprojekt, Feinprojekt, Programmierung und Umstellung der Organisation.
Bei der Einsatzvorbereitung für Prozeßrechner kann man diese Etappen in gewisser Weise wiederfinden. Abbildung 3 auf Seite 40 gibt einen Überblick über den Ablauf der einzelnen Etappen.

3.1. Die Studie

3.1.1. Der Auftrag zur Studie

Auf der Grundlage des Perspektivplans erteilt die Kombinats- oder Werkleitung den Auftrag zur Ausarbeitung einer Studie für den Prozeßrechnereinsatz dem Einsatzkollektiv.

LEKTION 40

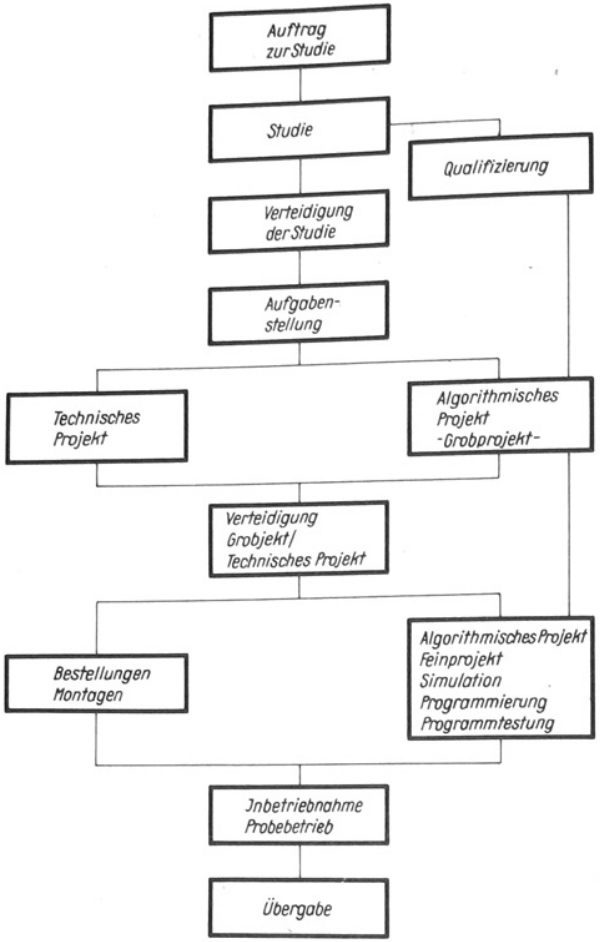


Abbildung 3
Etappen der Einsatzvorbereitung von Prozeßrechnern

Ziel der Studie ist eine Systemanalyse zur wissenschaftlich-technischen und ökonomischen Begründung des Prozeßrechnereinsatzes.

Die Studie ist die erste speziell auf den Prozeßrechnereinsatz hinzielende wissenschaftliche Arbeit; deshalb kommt ihr besondere Bedeutung zu. Während sie einerseits schon zu endgültigen Ergebnissen führen kann, liefert sie andererseits die Grundlage für weitere Arbeiten.

Für die Ausarbeitung der Studie müssen eine Reihe von Unterlagen vorliegen wie

- die verfahrenstechnische Beschreibung des Prozesses
- Geräteschaltbilder, aus denen Stoff- und Energieflüsse hervorgehen,
- die Beschreibung der Hauptausrüstungen der technologischen Anlage
- Bedienungsvorschriften oder Arbeitsanweisungen für den Betrieb der Hauptausrüstungen
- Zahlenangaben über Leistungen, Kosten, Arbeitskräfte
- Meßstellenpläne
- Angaben über konventionelle BMSR-Einrichtungen
- Angaben über Wartengestaltung
- Erwartungen vom Prozeßrechnereinsatz.

3.1.2. Die Lösungswege

LEKTION 40

Die Studie erstreckt sich auf folgende Schwerpunktuntersuchungen:

- Einschätzung der Steuerbarkeit des Anlagensystems unter Berücksichtigung der technologischen Parameter und ihrer Auswirkung auf die Ökonomie des Prozesses,
- Einschätzung der Möglichkeiten des Prozeßrechnereinsatzes bezüglich der verwendeten Technologie,
- Einschätzung des vorhandenen und möglichen Mechanisierungs- und Automatisierungszustandes unter Berücksichtigung der notwendigen BMSR-Technik,
- Einschätzung des wissenschaftlichen Vorlaufes und der Möglichkeiten zur mathematischen Modellierung der zu automatisierenden Prozesse,
- Meßbarkeit der erforderlichen Parameter und Möglichkeiten für Stelleingriffe,
- Abschätzung der Häufigkeit von Störgrößenänderungen und ihrer Wirkungen auf den Prozeß,
- Einschätzung der Ökonomie durch Gegenüberstellung des Aufwands und des zu erwartenden Nutzens.
  Dies trifft zu für die Meß-, Steuer-, Regel- und Stelleinrichtungen, die Übertragungstechnik, die Gerätezusammenstellung, die Klima- und Elektrotechnik sowie die Bauausführung.

Diese Untersuchungen sind von unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad, je nachdem, ob es sich um die Rekonstruktion eines bestehenden Produktionsprozesses oder um ein Neubauvorhaben handelt.
Die Untersuchungen sollen folgende Ergebnisse liefern:

- Die Anforderungen an das Prozeßrechnersystem

Die Anforderungen müssen aussagen, unter welchen Umweltbedingungen der Prozeßrechner arbeiten muß, welche Betriebszeiten für einen technologischen Prozeß zu erwarten sind, wie lang die anschließenden Stillstandszeiten ausfallen. Dazu gehören auch die Fragen der Qualifizierung der Wartungskräfte.

- Die Auswahl des Prozeßrechnersystems

Die Auswahl des Prozeßrechnersystems und die Festlegung der Gerätezusammenstellung ist sowohl nach technischen als auch nach ökonomischen Gesichtspunkten vorzunehmen.

- Die Zusammenstellung der wissenschaftlich-technischen Vorleistungen für die Einsatzvorbereitung

In der Studie müssen sämtliche wissenschaftlich-technischen Probleme, die für den Prozeßrechnereinsatz gelöst werden müssen, und Vorschläge für ihre Bearbeitung angegeben werden.

Da der Zeitraum für die Ausarbeitung der Studie begrenzt ist, müssen umfangreiche wissenschaftlich-technische Untersuchungen, soweit sie für den Prozeßrechnereinsatz nötig sind, in späteren Etappen durchgeführt werden.

- Der Netzplan für die Vorbereitung und Durchführung der sich anschließenden Arbeiten

Um den Prozeßrechnereinsatz gründlich vorzubereiten, ist ein Netzplan auszuarbeiten, aus dem alle zur Vorbereitung und Durchführung notwendigen Arbeiten sowie die Verknüpfung der Tätigkeiten ersichtlich sind. Abbildung 4 gibt einen Netzplan in vereinfachter Form wieder.

- Die Abschätzung des ökonomischen Nutzens

Die Abschätzung des ökonomischen Nutzens, den der Prozeßrechnereinsatz erbringen wird, verlangt die Angabe quantifizierbarer und nicht quantifizierbarer Anteile.
Aus der Ermittlung der für den Prozeßrechnereinsatz entstehenden Vorteile infolge höherer Leistungen, besserer Qualität und Verringerung von Verlusten läßt sich die Rückflußdauer der Investitionen abschätzen.
Ein bestimmter Anteil des Nutzens läßt sich nicht in Zahlen ausdrücken. Dazu gehören

- die Befreiung des Menschen von gesundheitsschädigender Arbeit und monotoner Tätigkeit
- die Erhöhung des Bedienungskomforts und der Sicherheit
- das Sammeln von Erkenntnissen über den technologischen Prozeß, die zur Weiterentwicklung des Verfahrens führen können.

3.1.3. Die Verteidigung der Studie

Nach eingehender Diskussion der Ergebnisse der Studie in den Struktureinheiten unter Einbeziehung der Werktätigen und Auswertung ihrer Hinweise und Vorschläge verteidigt die Leitung des Einsatzkollektivs die Studie vor

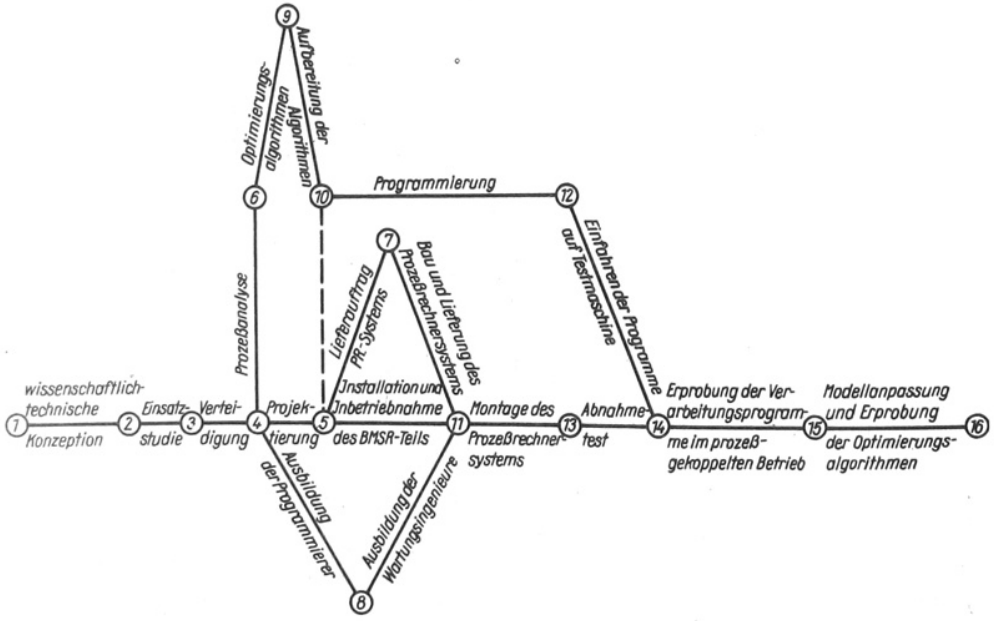


Abbildung 4 Beispiel eines vereinfachten Netzplanes, der sich bei der Einsatzvorbereitung von Prozeßrechnern bewährt hat

der Kombinats- oder Werkleitung. Nach der Bestätigung der Studie wird mit der Ausarbeitung der Aufgabenstellung für die Projektierung begonnen.

Zu gleicher Zeit sind Maßnahmen zur Ausbildung von Organisatoren, Programmierern, Wartungstechnikern und Bedienungskräften einzuleiten. Es ist dafür Sorge zu tragen, daß die Qualifizierungsmaßnahmen vor der Montage der Anlage beendet sind.
Auch die Leiter und die Werktätigen des künftigen Anlagenbetriebes sind mit Beginn der Systemanalyse in die Arbeit einzubeziehen und durch geeignete Qualifizierungsmaßnahmen auf die Übernahme des Automatisierungsvorhabens vorzubereiten.

3.2. Die Aufgabenstellung für die Projektierung

Bei der Einsatzvorbereitung von Prozeßrechnern unterscheiden wir zwei verschiedene Phasen

- das technische Projekt und
- das algorithmische Projekt.

Für beide Projekte wird eine Aufgabenstellung erarbeitet, die alle bei der Verteidigung der Studie bestätigten Veränderungen berücksichtigt. Die Aufgabenstellung enthält alle Ziele und Wege für das Gesamtprojekt "Prozeßrechnereinsatz".

3.2.1. Das technische Projekt

Im technischen Projekt werden alle technologischen Änderungen im Produktionsprozeß und alle technischen Probleme, die mit dem Prozeßrechner zusammenhängen, realisiert.

3.2.1.1. Die Aufgabenstellung

Die Aufgabenstellung für das technische Projekt enthält unter anderem folgende Festlegungen:

- Standortauswahl für den Prozeßrechner
- Festlegung der Bauleistungen
- Einholen von Standortgenehmigungen, sicherheitstechnischen Gutachten, Staub- und Gasbelastung der Umgebung
- Maßnahmen zur Stromversorgung und Notstromversorgung
- Festlegung der Meß- und Stellorte
- Möglichkeiten zur Meßwerterfassung, Meßwertverarbeitung und Prozeßsteuerung
- Maßnahmen zur Sicherung der Produktion bei Rechnerausfall, Planung eines Hand-Automatik-Betriebes
- Forderungen für die Entwicklung spezieller Automatisierungsmittel.

Die Aufgabenstellung muß in Inhalt und Form den gesetzlichen Bestimmungen entsprechen.

LEKTION 40

3. 2. 1. 2. Das Ausführungsprojekt

Nach der Verteidigung der Aufgabenstellung wird vom Generalprojektanten das technische Projekt erarbeitet. Darunter verstehen wir die Ausarbeitung des Ausführungsprojektes. Mit dem Projekt werden detaillierte Unterlagen für die Durchführung der Investition erarbeitet. Das technische Projekt dient außerdem zur Koordinierung zwischen den am Gesamtvorhaben beteiligten Liefer- und Leistungsbetrieben.

Das technische Projekt stellt die endgültige, für die Ausführung verbindliche technische Lösung für das einzusetzende Prozeßrechnersystem dar.

Das Projekt muß enthalten:

- Meßstellenlisten
- Meßwertverarbeitungslisten
- Erläuterung der Aufgabenstellung
- Erläuterung der Lösungen
- Beschreibung des vorgesehenen Prozeßrechnersystems
- Bedienungsanleitung zum Prozeßrechnersystem
- Ausrüstungslisten zum Prozeßrechnersystem
- Energiebedarf
- Bedarf an Arbeitskräften
- Aufstellungsunterlagen und Montagehinweise
- Bestückungsliste
- Ersatz- und Verschleißteilliste
- Hinweise für Wartung und Instandhaltung
- Legelisten
- Ablaufplan für sämtliche bei der Durchführung der Investition anfallenden Arbeiten
- Gesamtkostenplan
- Genehmigungen, Gutachten.

3. 2. 1. 3. Die Bestellungen und Montagen

Nach Lieferung der im Ausführungsprojekt bestellten Ausrüstungen erfolgt die Montage des Prozeßrechnersystems. Die Montagearbeiten sind erfüllt, wenn sie nach den geltenden Bestimmungen ausgeführt und abgenommen worden sind.
Prozeßanalyse, Erarbeitung von Algorithmen zur Optimierung, Prozeßmodellierung und Programmierung gehören nicht zum technischen Projekt. Sie werden im algorithmischen Projekt dargelegt.

3. 2. 2. Das algorithmische Projekt

Das algorithmische Projekt enthält die mathematische Beschreibung des Prozesses, die zur Steuerung und Regelung erforderlichen Algorithmen und die Rechenprogramme.

3. 2. 2. 1. Die Aufgabenstellung

LEKTION 40

Die Aufgabenstellung für das algorithmische Projekt wird als weitergehende, experimentelle und theoretische Systemanalyse bezeichnet. Sie entfällt weitgehend, wenn ein Prozeßrechner in einem Neubau projektiert wird. Bei der Automatisierung vorhandener Produktionsanlagen ist diese Systemanalyse jedoch durchzuführen.

Die Systemanalyse hat das Ziel, den Prozeß und seine wesentlichsten Eigenschaften zu erkennen. Sie schafft genaue Kenntnisse über die Technologie und Ökonomie des Prozesses.

Im Anschluß daran kann das eigentliche algorithmische Projekt erarbeitet werden. Diese Aufgabe wird parallel zur Ausarbeitung des technischen Projektes ausgeführt.
Das algorithmische Projekt wird getrennt als Grob- und Feinprojekt erarbeitet.

3. 2. 2. 2. Das algorithmische Grobprojekt

Das Ziel des algorithmischen Grobprojektes besteht in
- der Festlegung der Ausgabedaten
- der Entwicklung von Algorithmen für
  Meßwerterfassung
  Meßwertverarbeitung und
  Steuerwertausgabe.

Ebenso wie bei der Datenverarbeitung auf ökonomisch-organisatorischem Gebiet werden die Arbeiten am Grobprojekt mit der Festlegung der Ausgabedaten begonnen. Man unterscheidet dabei
- regelmäßige Informationen
- Informationen im Ausnahmefall
- Informationen auf Abruf.

Zu den regelmäßigen Informationen gehören:

- Meßwertprotokolle für die regelmäßige Ausgabe von Prozeßparametern,
- Schichtprotokolle mit Kennwerten, Bilanzen und Übersichten über den Produktionsverlauf am Ende jeder Schicht,
- Störungsprotokolle über aufgetretene Störungen möglichst mit Angaben der Ursachen und Ausfallzeiten für jedes Aggregat,
- Steuerwertprotokolle, wenn der Prozeßrechner prozeßentkoppelt arbeitet. Sie sind Orientierung für das Anlagenpersonal.
- Grenzwertprotokolle für solche Betriebsmeßgrößen, die auf Einhaltung zulässiger Grenzen zu überwachen sind. Durch Grenzwertausdrucke kann man die Zeitabstände zwischen zwei Meßwertprotokollen vergrößern.

Informationen im Ausnahmefall und auf Abruf sind von besonderem Wert für die optimale und sichere Führung eines Prozesses. Sie sind den spezifischen Bedingungen anzupassen.

Das Ziel der Entwicklung von Modellen und Algorithmen besteht darin, eine geeignete mathematische Beschreibung des zu untersuchenden Prozesses zu finden, das heißt den funktionellen Zusammenhang zwischen Eingangs- und Ausgangsgrößen zu formulieren.

Zur Lösung dieser Aufgabe stehen sowohl theoretische als auch experimentelle Methoden zur Verfügung. In der Vorbereitungsphase muß sich die Prozeßanalyse jedoch vornehmlich auf theoretische Methoden stützen. Sie gehen davon aus, daß jeder technische Prozeß physikalischen und chemischen Gesetzmäßigkeiten unterliegt. Allein schon durch die Erhaltungssätze von Masse und Energie ergeben sich wesentliche mathematische Zusammenhänge zwischen Ein- und Ausgangsgrößen.

3. 2. 2. 3. Das algorithmische Feinprojekt

Die Ausarbeitung des algorithmischen Feinprojektes erfolgt während der Installation und Inbetriebnahme des BMSR-Teils des Prozeßrechnersystems und der Montage des Prozeßrechners selbst.

Im algorithmischen Feinprojekt werden die Modelle konkretisiert und ihre Ergebnisse an die tatsächlichen Bedingungen angepaßt. Das mathematische Modell muß durch die experimentelle Prozeßanalyse korrigiert werden.

Dazu ist es üblich, diese Prozesse zu simulieren. Mit der Ausarbeitung des Feinprojektes ist auch die Programmierung der Algorithmen verbunden. Diese Aufgabe löst man zweckmäßigerweise auf einer Anlage gleichen Typs.

4. Die Inbetriebnahme und der Probebetrieb

Nach Abschluß der Montagearbeiten des Prozeßrechnersystems und Abschluß der Arbeiten am algorithmischen Feinprojekt folgt die Inbetriebnahme. Es ist notwendig, die bis zu diesem Zeitpunkt ausgebildeten Arbeitskräfte des Anwenders, wie Anlageningenieure und Anlagenmechaniker, in diese Arbeiten mit einzubeziehen. Die Inbetriebnahme wird nach Ablaufplänen, die vom Herstellerbetrieb erarbeitet werden, durchgeführt. Der Inbetriebnahmegruppe ist die größtmögliche Unterstützung bei der Durchführung ihrer Arbeiten zu geben.
Die Inbetriebnahme wird mit einem Probebetrieb des Prozeßrechnersystems mit Testprogrammen, die auch bei der Abnahme im Herstellerbetrieb verwendet werden, abgeschlossen. Das Testprogramm ist so aufgebaut, daß alle wesentlichen Funktionen und Bauteile des Prozeßrechnersystems geprüft werden.
An die Übergabe des Prozeßrechnersystems schließt sich der Probebetrieb mit Anwenderprogrammen an. Zum Probebetrieb mit Anwenderprogrammen gehören als wesentliche Arbeitsstufen:

- Einlesen der Anwenderprogramme
- Inbetriebnahme und Probebetrieb der Meßwerterfassung mit echten Meßwerten
- Inbetriebnahme und Probebetrieb der Betriebsüberwachung

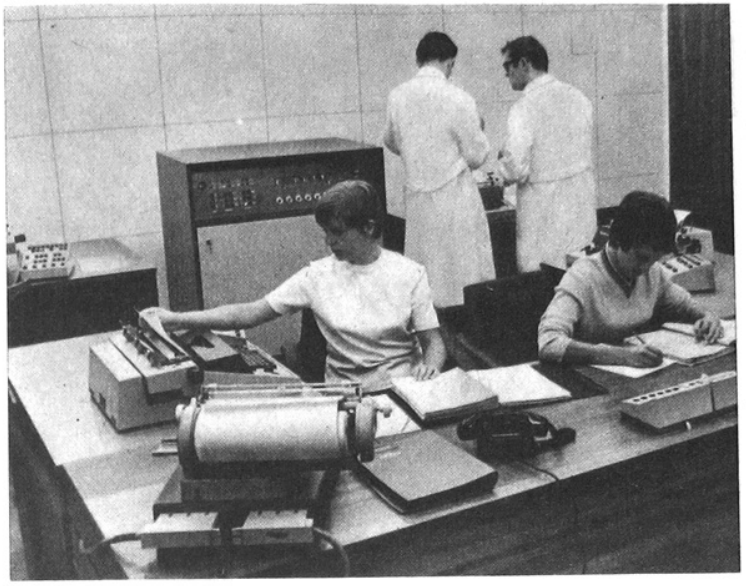


Abbildung 5
Probebetrieb mit Testprogrammen beim Anwender

- Inbetriebnahme und Probebetrieb des gesamten Verarbeitungsprogramms
- Abschluß des Probebetriebes mit Übergabe des Prozeßrechnersystems an den Anwender.

Das Ziel des Probebetriebes ist die Übergabe des Prozeßrechners an den Anwender. Projektant und Anwender legen während des Probebetriebes die Bedingungen für die Abnahme des Prozeßrechners fest. Mit der Abnahme wird der Prozeßrechner dem Anwender übergeben.

5. Die Qualifizierung der Mitarbeiter

Bei einem Prozeßrechner handelt es sich um das höchstentwickelte Automatisierungsmittel in der materiellen Produktion und damit um ein hochwertiges Grundmittel.
Die Anwendung des Prozeßrechners verlangt deshalb eine rechtzeitige Bereitstellung der Kader, die den Einsatz vorzubereiten und durchzuführen haben.
Durch gut vorbereitete, intensive Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen, wie Studium, Zusatzstudium oder Lehrgänge, müssen theoretische und praktische Kenntnisse erworben werden, die für den erfolgreichen Einsatz eines Prozeßrechners eine bedeutungsvolle Voraussetzung sind.
Einen besonders hohen Anteil an schöpferischer, wissenschaftlicher Arbeit haben die Mitarbeiter des Einsatzkollektivs zu leisten. Die ständige Qualifizierung dieser Werktätigen muß gewissenhaft geplant und durchgeführt werden.
Da der Einsatz von Prozeßrechnern sehr komplex auf alle Bereiche des Leitungs- und Produktionsprozesses wirkt, kommt der richtigen Zusammensetzung des Einsatzkollektivs große Bedeutung zu.

LEKTION

40

Abbildung 6
Qualifizierung der Fachkräfte

So hat sich in der chemischen Industrie für die Vorbereitung und Durchführung komplexer Prozeßrechnereinsätze als zweckmäßig erwiesen, das Einsatzkollektiv wie folgt zusammenzusetzen:

Systemingenieure	25 %
Automatisierungsingenieure	20 %
Ingenieurökonomen	20 %
Nachrichtentechniker und Elektroniker	8 %
Wärmetechniker	2 %
Apparatebauer	2 %
Feinwerktechniker	4 %
Verfahrenstechniker	4 %
Mathematiker	5 %
Physiker	5 %
spezielle Fachrichtungen	5 %

Die Ausbildung von Organisatoren, Programmierern, Wartungstechnikern und Bedienungskräften sollte nach erfolgreicher Verteidigung der Studie beginnen und vor der Montage des Prozeßrechnersystems beendet sein.

Besondere Beachtung ist dabei der Tatsache zu schenken, daß durch die Befreiung des Menschen von körperlicher und geistiger Routinearbeit während des normalen Laufes einer Produktionsanlage die Anforderungen relativ gering sein werden.
Bei Havariezuständen jedoch ist plötzliches Entscheiden und folgerichtiges Handeln des Wartenpersonals erforderlich.
Für die Schulung des Warten- und Anlagenpersonals werden deshalb bereits Simulatoren eingesetzt, die es gestatten, Betriebszustände jederzeit nachzubilden.